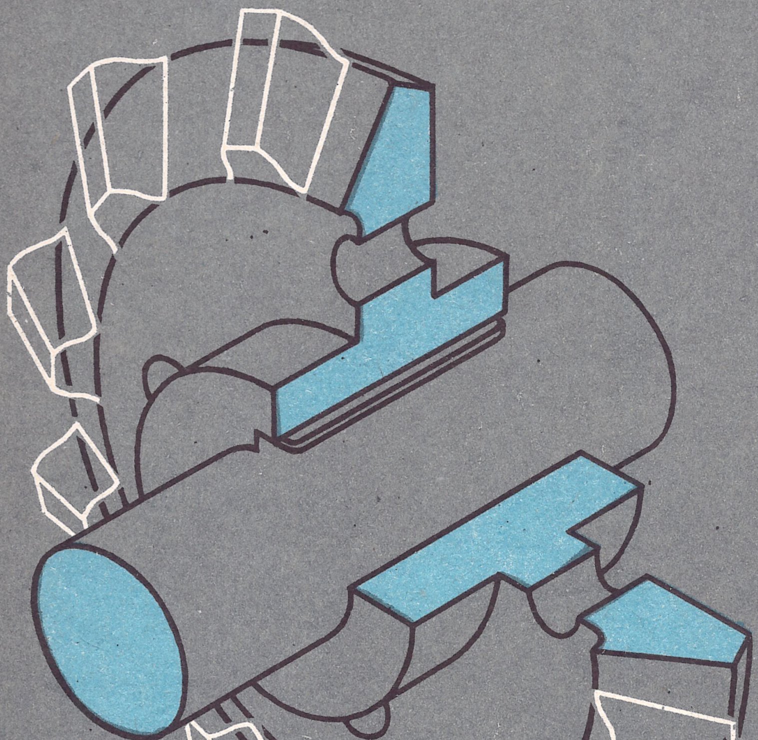
Е. И. ГОДИК, В. М. ЛЫСЯНСКИЙ, В. Е. МИХАЙЛЕНКО, А. М. ПОНОМАРЕВ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО

«ВИЩА ШКОЛА»

Киевский
Отдел №65
Авиазавод

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ
доц. Пономарев А. М.

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ
проф. Годик Е. И.

РАЗЪЕМНЫЕ И НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ
проф. Годик Е. И.

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ И ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ
доц. Лысянский В. М.

СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ
доц. Пономарев А. М.

ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВКА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ
проф. Годик Е. И., доц. Лысянский В. М.

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ
доц. Михайленко В. Е.

Е. И. ГОДИК,
В. М. ЛЫСЯНСКИЙ,
В. Е. МИХАЙЛЕНКО,
А. М. ПОНОМАРЕВ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования УССР в качестве учебника для студентов технических вузов

КИЕВ · 1972

607
Т38

УДК 744 (075.8)

Техническое черчение. Годик Е. И., Лысянский В. М., Михайленко В. Е., Пономарев А. М. «Вища школа», 1972, 256 стр.

Учебник составлен соответственно программе по техническому черчению для студентов всех специальностей, вмещает необходимый теоретический материал, а также практические задания и методические указания для их выполнения.
Задания к каждой части курса разделены на три серии (А, Б, В), что дает возможность использовать их для студентов различных специальностей (машиностроение и приборостроение, строительство, энергетика, транспорт, радиотехника и связь, электромашиностроение, химическая технология, технология продовольственных товаров, технология товаров широкого потребления, экономика и пр.).

Табл. 87, илл. 494

Редакция литературы по машиностроению и приборостроению
Зав. редакцией *О. А. Добровольский*

Авторы искренне благодарны проф. Розову С. В., а также членам кафедры начертательной геометрии и черчения Харьковского политехнического института за внимательное ознакомление с рукописью и ценные замечания, которые помогли улучшить содержание учебника.

2—2—3
173—72

ХАРЬКОВСКАЯ ТИПООФСЕТНАЯ
ФАБРИКА «КОММУНИСТ»

В части I изложены основные сведения о правилах оформления чертежей в соответствии с Государственными общесоюзными стандартами (ГОСТами), а также о различных геометрических построениях: построение уклона и конусности, деление отрезков и окружностей на части, построение правильных многоугольников, сопряжение кривых линий, построение лекальных кривых линий и др.
В этой части рассматриваются следующие ГОСТы из сборника «Единая система конструкторской документации»:
ГОСТ 2.301—68 — «Форматы»,
ГОСТ 2.302—68 — «Масштабы»,
ГОСТ 2.303—68 — «Линии»,
ГОСТ 2.304—68 — «Шрифты чертежные»,
ГОСТ 2.306—68 — «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах»,
ГОСТ 2. 307—68 — «Нанесение размеров и предельных отклонений».

1 ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Раздел I. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 1. ФОРМАТЫ ЧЕРТЕЖЕЙ

Формат бумаги выбирают в зависимости от габаритных размеров чертежа. Однако этот формат не может быть выбран произвольно. ГОСТ 2.301—68 «Форматы» устанавливает пять основных форматов чертежей, обозначения и размеры которых приведены в табл. 1. Чертежи выполняются на отдельных листах указанных форматов или одном общем листе с выделением форматов для каждого чертежа. Площадь формата 44 (1189 × 841) равна одному квадратному метру.

Таблица 1

Обозначение формата	44	24	22	12	11
Размеры сторон формата в *мм*	1189×841	594×841	594×420	297×420	297×210
Соответствующее обозначение потребительского формата бумаги по ГОСТ 9327—60 (для справок)	А0	А1	А2	А3	А4

Другие основные форматы могут быть получены путем последовательного деления формата 44 на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата.

Кроме пяти основных форматов, могут применяться дополнительные, которые образуются увеличением сторон основных форматов на величину, кратную размерам формата 11, как показано на рис. 1. В этом случае коэффициент увеличения n должен быть целым числом.

На рис. 1 основные форматы выделены толстой линией (сплошной основной линией), а дополнительные — сплошной тонкой линией. Дополнительные форматы применяются лишь в тех случаях, когда невозможно использовать основные форматы.

Формат 11 (297 × 210) принят за единицу измерения остальных форматов. Поэтому в обозначениях форматов первая цифра указывает кратность одной стороны формата величине 297 *мм*, а вторая цифра — кратность другой стороны величине 210 *мм*. Произведение цифр, составляющих обозначение формата, дает возможность определить количество форматов 11 (297 × 210), которое содержится в данном формате. Например, формат 72 состоит из 7 × 2, т. е. из 14 форматов 11.

При обозначении дополнительных форматов двузначное число, указывающее кратность одной

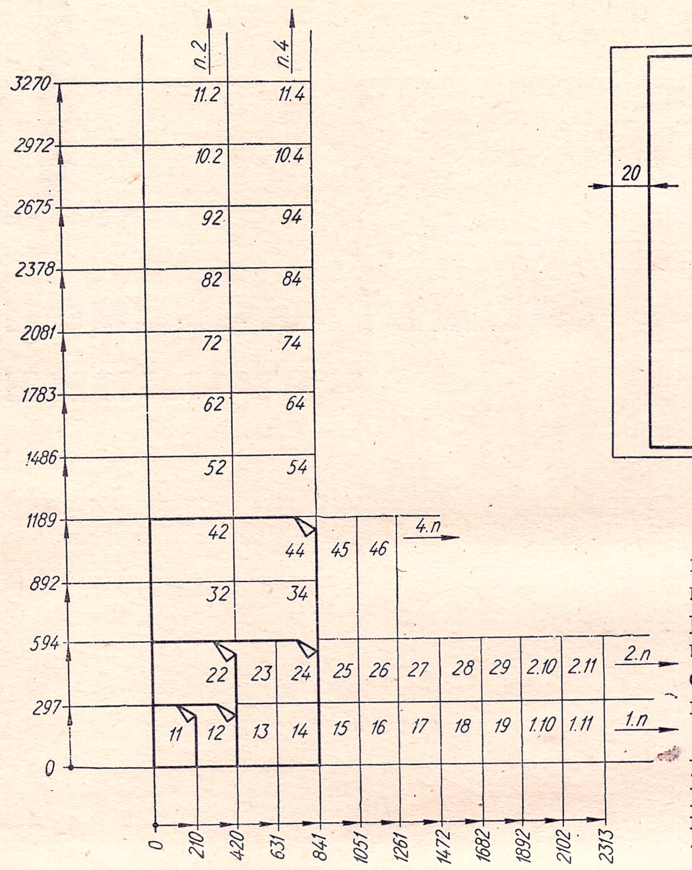


Рис. 1.

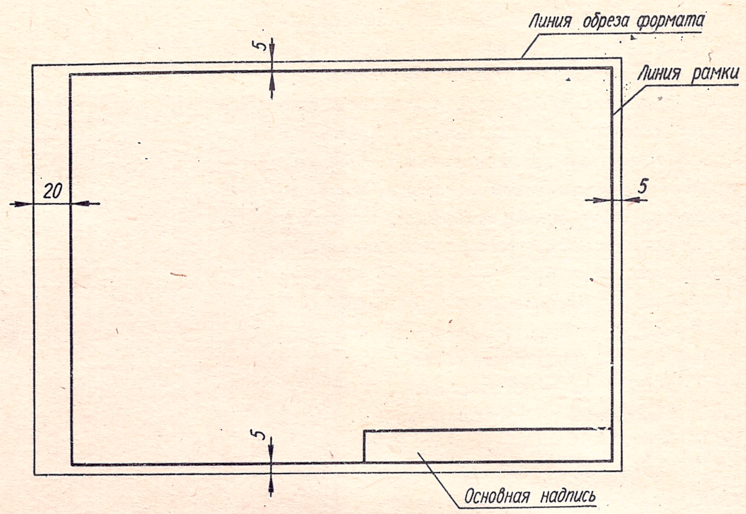


Рис. 2.

из сторон соответствующим сторонам формата 11, отделяется точкой. Например, дополнительный формат 2972 × 1051 обозначается 10.5, формат 594 × 2313 — 2.11.

Предельные отклонения размеров сторон форматов не должны превышать ±0,5%.

Для расчета размеров сторон любого формата цифры, которые обозначают этот формат, соответственно умножают на 297,25 и 210,25 *мм* с округлением до 1 *мм*.

Поле чертежа на листе любого формата ограничивается рамкой, стороны которой проводятся сплошными основными линиями на расстоянии 5 *мм* от границ формата. Если чертежи предполагается брошюровать, то от левого края листа линия рамки проводится на расстоянии 20 *мм*. Основная надпись чертежа располагается в правом нижнем углу чертежа (рис. 2).

На листах формата 11 основную надпись располагают вдоль короткой стороны листа.

§ 2. МАСШТАБЫ

Масштабом называется отношение линейных размеров изображения на чертеже к его истинным размерам.

Предпочтительно выполнять чертежи так, чтобы размеры изображения и самого предмета были равны, т. е. выполнялись в масштабе 1 : 1. Однако в зависимости от величины и сложности предмета, а также от вида чертежа часто приходится размеры изображения увеличивать или уменьшать по сравнению с истинными размерами. В этих случаях прибегают к построению изображения в масштабе.

В соответствии с ГОСТ 2.302—68 «Масштабы» устанавливаются следующие масштабы: натуральная величина — 1 : 1; масштабы уменьшения — 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 4; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 25; 1 : 40; 1 : 50; 1 : 75; 1 : 100; 1 : 200; 1 : 400; 1 : 500; 1 : 800; 1 : 1000; масштабы увеличения — 2 : 1; 2,5 : 1; 4 : 1; 5 : 1; 10 : 1; 20 : 1; 40 : 1; 50 : 1; 100 : 1.

При проектировании генеральных планов крупных объектов допускается применение масштабов 1 : 2000; 1 : 5000; 1 : 10 000; 1 : 20 000; 1 : 25 000; 1 : 50 000.

В случаях необходимости допускается применение масштабов увеличения (100 n) : 1, где n — целое число.

Масштаб, указываемый в предназначенной для этого графе основной надписи, пишется без буквы М, например, 1 : 1, 1 : 2; 1 : 5; и т. д.; в других случаях — по типу М 1 : 1; М 1 : 20 и т. д.

Если отдельное изображение (вид, разрез, сечение, выносной элемент) выполнен в масштабе, отличном от всего чертежа, он указывается непосредственно над надписью, относящейся к данному изображению, например: $\frac{А — А}{\text{М } 1:2}$; $\frac{Вид\ А}{\text{М } 5:1}$; $\frac{I}{\text{М } 10:1}$.

На табличных, «немых» и подобных им чертежах, масштаб в графе основной надписи не указывается.

§ 3. ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

Все надписи на чертежах следует выполнять шрифтом, установленным ГОСТ 2.304—68 «Шрифты чертежные».

В зависимости от высоты h в *мм* прописных (заглавных) букв определяется размер шрифта. Установлены следующие размеры шрифтов: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

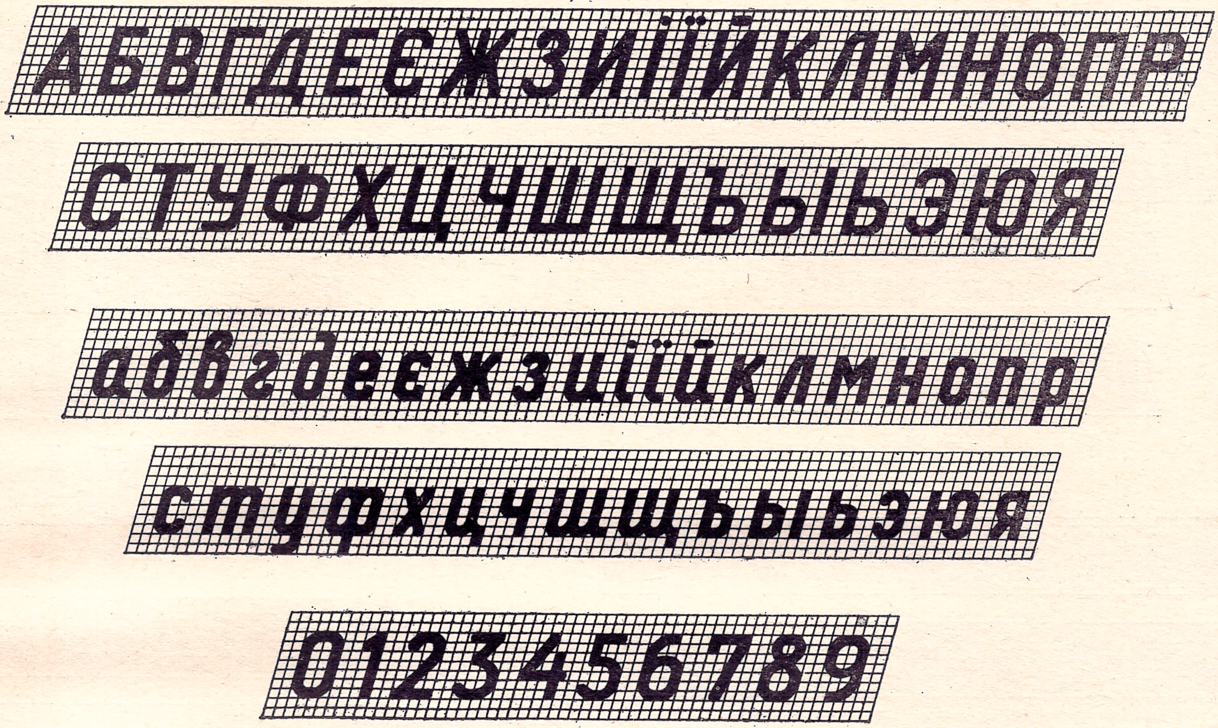

АБВГДЕЄЖЗИІЇЙКЛМНОПР
СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ
абвгдеєжзиіїйклмнопр
стуфхцчшщъыьэюя
0123456789

Рис. 3.

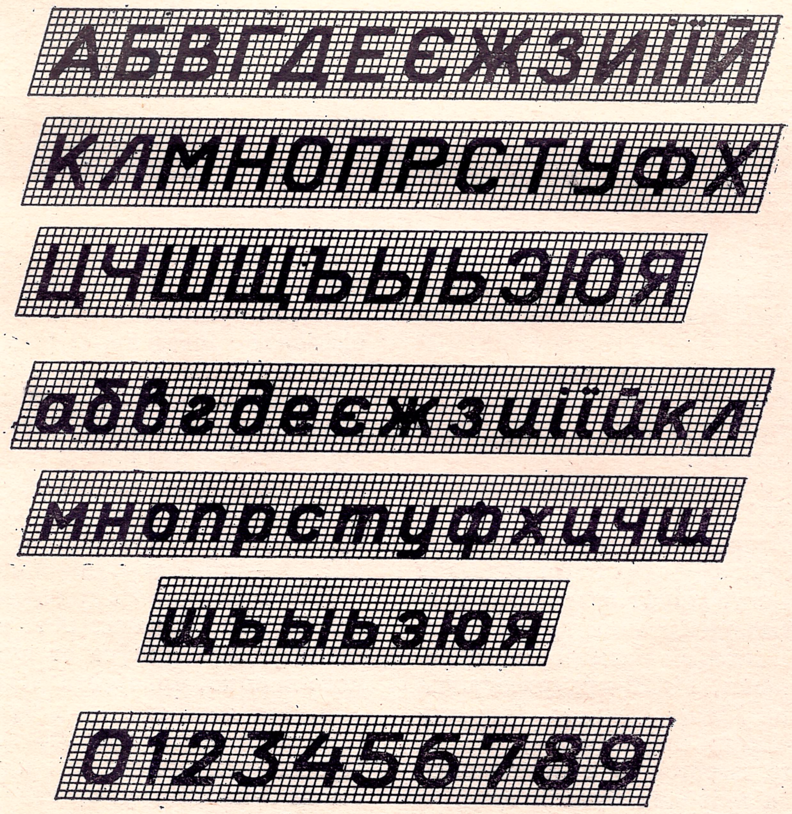

АБВГДЕЄЖЗИІЇЙ
КЛМНОПРСТУФХ
ЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ
абвгдеєжзиіїйкл
мнопрстуфхцчш
щъыьэюя
0123456789

Рис. 4.

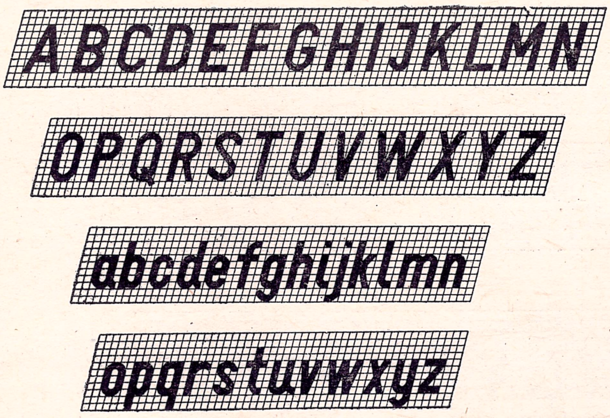


Рис. 5.

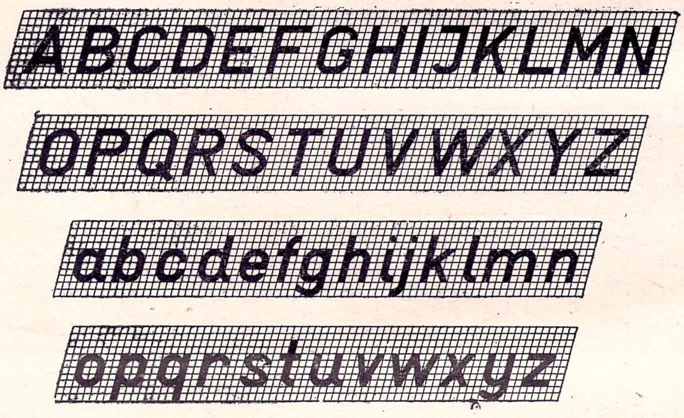


Рис. 6.

Рис. 7.

Рис. 8.

Рис. 9.

На чертежах, выполненных тушью, высота букв и цифр должна быть не менее 2,5 *мм*, а на чертежах, выполненных карандашом — не менее 3,5 *мм*.

Построение шрифтов в ГОСТе выполнено на сетке. Это удобно и позволяет точно воспринимать форму шрифтов, конструкцию букв и цифр, соотношение отдельных элементов.

Угол наклона букв и цифр к основанию строки должен быть около 75°.

Форма прописных и строчных букв русского (украинского) алфавита и арабских цифр показана на рис. 3. Как видно, этот шрифт отличается простотой и однородностью начертания групп букв. Кроме этого шрифта, который называется основным шрифтом с наклоном, ГОСТ предусматривает написание широких букв русского (украинского) алфавита и арабских цифр (рис. 4).

Соотношения между высотой h и остальными размерами основных и широких букв и цифр, а также расстояния между буквами, словами и строками должны соответствовать величинам, которые указаны в табл. 2. В ней приведены числовые значения размеров букв и цифр для шрифтов от 2,5 до 14 как наиболее употребительных.

Формы основных и широких букв латинского алфавита приведены на рис. 5 и 6.

Форма римских цифр показана на рис. 7.

ГОСТом допускается наименования, заголовки, обозначения в основной надписи писать прямым шрифтом без наклона к основанию строки (кроме букв греческого алфавита).

На рис. 8 показано написание прямых основных букв русского алфавита и арабских цифр, а на рис. 9 — прямых букв и цифр широких.

Для всего текста толщина линий должна быть одинаковой. Правильное и быстрое написание стандартного шрифта от руки требует определенного навыка, приобретаемого в процессе упражнений. На первых порах буквы и цифры следует писать по сетке, как это показано на рис. 3—9. Прежде чем приступить к упражнениям в написании букв и цифр, следует изучить их конструкцию. Знание конструкции каждой буквы и цифры в значительной степени облегчает правильное их написание.

П р о п и с н ы е   б у к в ы условно могут быть разделены на 5 конструктивных групп.

Первая группа букв состоит из горизонтальных и наклонных под углом 75° прямолинейных элементов (рис. 10, *а*).

Конструкция букв *Г, I, Ї, П, Т, Ш* не требует пояснения. Средние горизонтальные элементы букв *Н* и *Е* проводят посредине высоты букв. Средний горизонтальный элемент буквы *Е* не доводят до конца клетки буквы на величину, равную приблизительно толщине буквы. Нижние боковые отростки букв *Ц* и *Щ* выведены на толщину букв вправо и вниз.

Вторая группа букв состоит из прямолинейных элементов, наклоненных к горизонтальному направлению под различными углами. Конструкции букв *И* и *Х* ясны из чертежа (рис. 10, *б*). В буквах *К* и *Ж* верхние боковые элементы примыкают к основному элементу на высоте $2/7h$, а нижние боковые элементы проводятся из нижних углов в направлении верхней точки основного элемента буквы до пересечения с верхними боковыми элементами. Средние элементы буквы *М* пересекаются в точке пересечения диагоналей клетки буквы. Боковые элементы буквы *А* пересекаются в точке, делящей ширину буквы пополам, а горизонтальный элемент этой буквы проводится на высоте $2/7h$.

Третья группа букв *(Л, Д, Ч, У)* состоит из прямолинейных элементов, соединенных при помощи небольших участков плавных кривых линий (рис. 10, *в*). Верхний прямолинейный элемент букв *Л* и *Д* доводится примерно до середины ширины буквы. В буквах *Ч* и *У* средний горизонтальный элемент примыкает снизу к линии, проведенной на расстоянии $3/7h$ от основания букв.

Четвертая группа букв *(Р, Ь, Ъ, Ы, Б, В, Я)* образована из основной буквы *Р* при различных ее поворотах и добавлениях отдельных элементов (рис. 10, *г*). Закругления букв этой группы начинаются примерно с середины ширины букв. Верхнее закругление буквы *В* и верхний горизонтальный элемент буквы *Б* не доходит до правой линии клетки буквы на величину, равную примерно половине толщины буквы. Наклонный нижний элемент буквы *Я* направлен по диагонали клетки буквы.

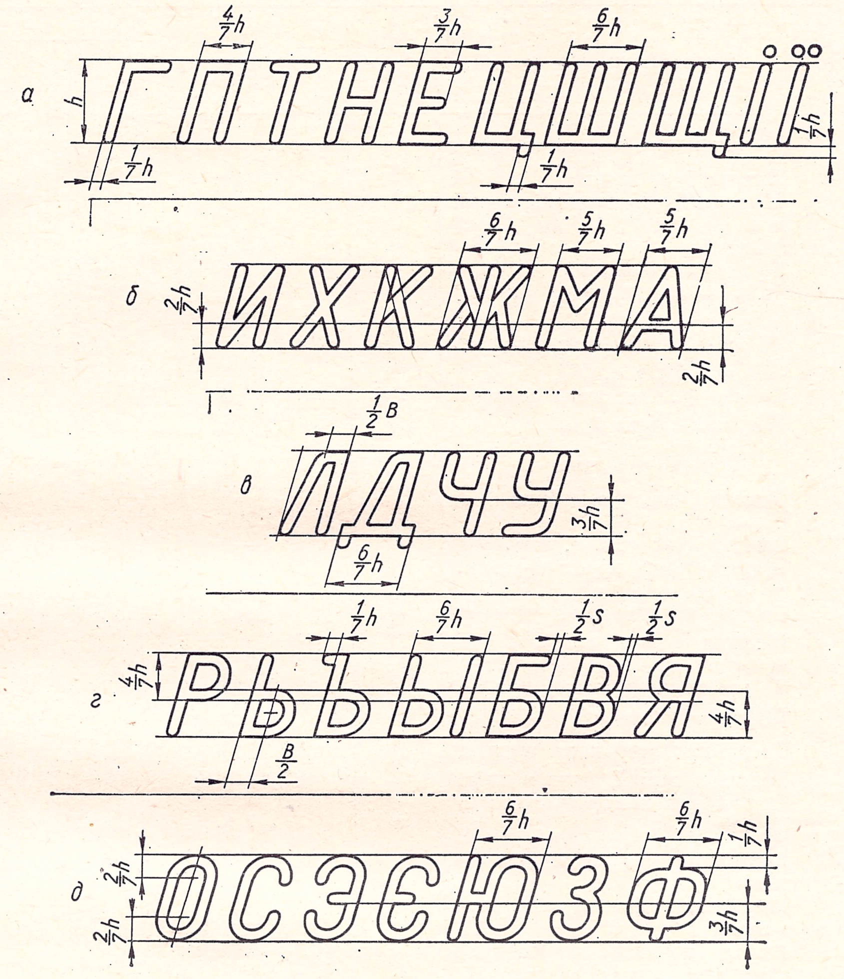


Рис. 10

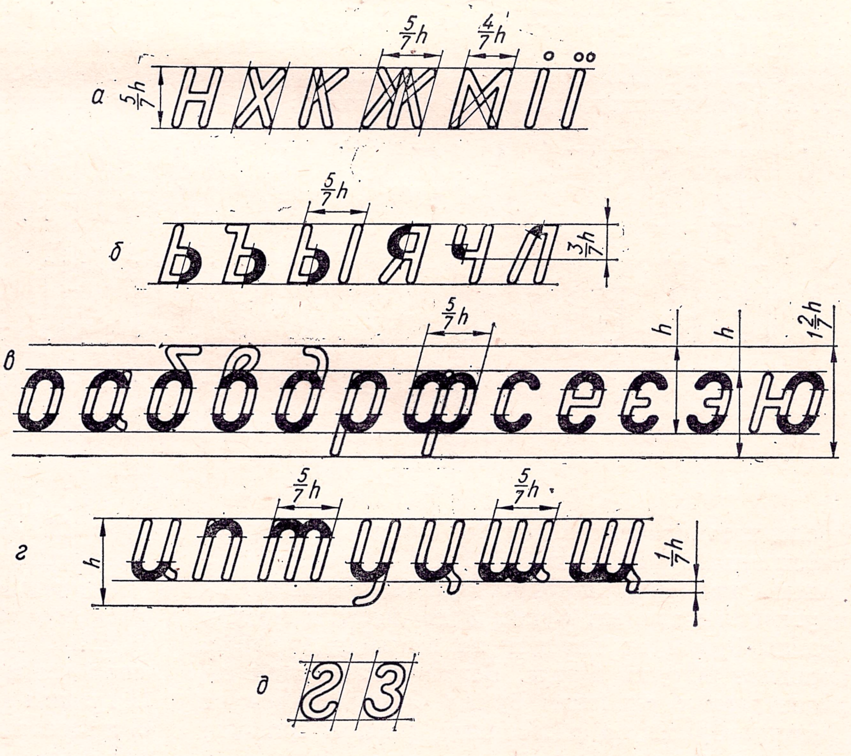


Рис. 11.

Определяемая величина	Обозначение	Соотношение размеров	Размер шрифта, 2,5 мм	3,5	5	7	10	14
Прописные буквы и цифры								
Высота букв и цифр	h	—	2,5	3,5	5	7	10	14
Ширина букв и цифр, кроме букв *А, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю* и цифры *1*	b	4/7 h	1,4	2	2,8	4	5,7	8
То же для широкого шрифта	$b_{ш}$	5/7 h	1,8	2,5	3,6	5	7	10
Ширина букв *Ж, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю*	b_1	6/7 h	2,1	3	4,3	6	8,6	12
То же для широкого шрифта	$b_{1ш}$	h	2,5	3,5	5	7	10	14
Ширина букв *А, М*	b_2	5/7 h	1,8	2,5	3,6	5	7	10
То же для широкого шрифта	$b_{2ш}$	6/7 h	2,1	3	4,3	6	8,6	12
Ширина цифры *1*	b_3	2/7 h	0,7	1	1,4	2	2,9	4
Строчные буквы								
Высота букв, кроме букв *б, в, д, р, у, ф*	h_1	5/7 h	—	2,5	3,6	5	7	10
Высота букв *б, в, д, р, у, ф*	h	—	—	3,5	5	7	10	14
Ширина букв, кроме букв *ж, м, т, ф, ш, щ, ы, ю*	b_4	3/7 h	—	1,5	2,1	3	4,3	6
То же для широкого шрифта	$b_{4ш}$	4/7 h	—	2	2,8	4	5,7	8
Ширина букв *ж, т, ф, ш, щ, ы, ю*	b_5	5/7 h	—	2,5	3,6	5	7	10
То же для широкого шрифта	$b_{5ш}$	6/7 h	—	3	4,3	6	8,6	12
Ширина буквы *м*	b_6	4/7 h	—	2	2,8	4	5,7	8
То же для широкого шрифта	$b_{6ш}$	5/7 h	—	2,5	3,6	5	7	10
Толщина линий букв и цифр	s	1/7÷1/10 h	0,4÷0,25	0,5÷0,35	0,7÷0,5	1÷0,7	1,4÷1	2÷1,4
Расстояния между буквами и цифрами	A	2/7 h	0,7	1	1,4	2	3	4
Расстояния между словами и числами	A_1	Не менее ширины букв текста						
Расстояния между основаниями строк	A_2	Не менее 1,5 h	3,8	5,3	7,5	10,5	15	21
Высота индексов, показателей степени, предельных отклонений	h_2	0,5÷0,7 h, но не менее 2,5 *мм*	2,5	2,5	2,5÷3,5	3,5÷5	5÷7	7÷10

Пятая группа букв *(О, С, Э, Є, Ю, З, Ф)* строится на основе буквы *О* (рис. 10, *д*). Закругления этих букв начинаются примерно на высоте, равной 2/7 h. Горизонтальный элемент в буквах *Э, Є* и *Ю*

Рис. 12.

проводится посредине высоты буквы. Длина горизонтального элемента в букве *Э* равна чуть больше половины ширины буквы. Верхний закругленный элемент буквы *З* до левой и правой границ буквы не доводят на величину, равную половине ширины буквы. Верхний и нижний горизонтальные элементы буквы *Ф* проводятся от границы буквы на расстоянии, равном толщине буквы.

Строчные буквы также могут быть разделены на 5 групп.

Первая группа букв *(н, х, к, ж, м, і, ї)* состоит исключительно из прямолинейных элементов (рис. 11, *а*). Конструкция их аналогична прописным буквам и понятна из чертежа.

Вторая группа букв *(ь, ъ, ы, я, ч, л)* состоит из прямолинейных элементов и закруглений по типу буквы *ь* или *ч* (рис. 11, *б*). Конструкция этих букв аналогична соответствующим прописным буквам.

Третья группа букв *(о, а, б, в, д, е, р, с, ф, э, є, ю)* состоит из букв, в конструкцию которых входит буква *о* или ее элементы (рис. 11, *в*). Нижний

отросток буквы *а* выводится за пределы клетки на толщину буквы. Верхний элемент буквы *д* выполняется на 2/3 ширины буквы. Верхний элемент буквы *в* не доводится до правой границы клетки буквы на половину толщины буквы. Горизонтальные прямолинейные элементы букв *е*, *э* и *ю* проводятся посредине высоты буквы.

Четвертая группа букв (*и, п, т, у, ц, ш, щ*) состоит из прямолинейных элементов, соединенных криволинейными участками (рис. 11). Нижние отростки букв *и, ц, ш, щ* выводятся вправо за клетки букв на величину, равную толщине букв, а в буквах *ц* и *щ* — ниже клетки на ту же величину.

Пятая группа букв (*г, з*) состоит только из криволинейных элементов (рис. 11, *д*). Конструкция буквы *з* аналогична ее прописной букве.

На строительных чертежах надписи следует выполнять также рассмотренным шрифтом. Однако на учебных чертежах допускается применение и других типов шрифтов, например, архитектурного узкого шрифта (рис. 12). Освоение этого шрифта рекомендуется студентам строительных специальностей.

§ 4. ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

ГОСТ 2.303—68 «Линии» устанавливает такие типы линий, применяемые на чертежах: *сплошная основная, сплошная тонкая, сплошная волнистая, штриховая, штрих-пунктирная тонкая, штрих-пунктирная утолщенная, разомкнутая* и *сплошная тонкая с изломами* (см. табл. 4).

Толщины всех типов линий зависят от принятой на чертеже толщины линии видимого контура, обозначаемой буквой *s*. Линии видимого контура в зависимости от величины и сложности чертежа, а также его назначения и формата чертежа может выбираться в пределах от 0,6 до 1,5 *мм*.

Выбранные толщины линий должны быть одинаковыми для всех изображений на данном чертеже, выполненных в одном и том же масштабе.

Таблица 3

Формат чертежа	Наименьшая толщина линий в *мм*, выполненных		Наименьшее расстояние между линиями в *мм*, выполненными	
	в туши	в карандаше	в туши	в карандаше
С размером большей стороны 841 *мм* и более	0,3		0,8	1,0
С размером большей стороны менее 841 *мм*	0,2	0,3	0,8	

Наименьшая толщина линий (составляющая часть от *s*) и наименьшее расстояние между смежными линиями в зависимости от формата чертежа должны соответствовать указанным в табл. 3.

Линии чертежа, их начертание, соотношение толщин и назначение приведены в табл. 4.

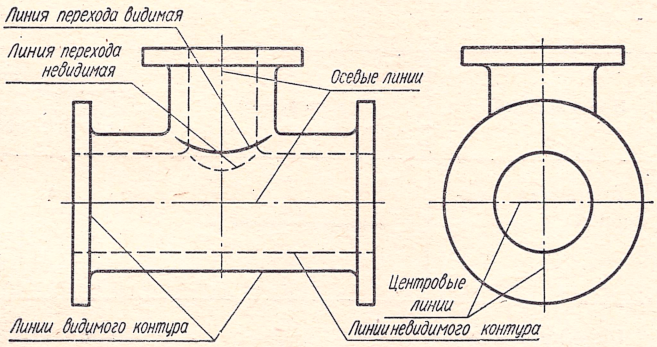


Рис. 13.

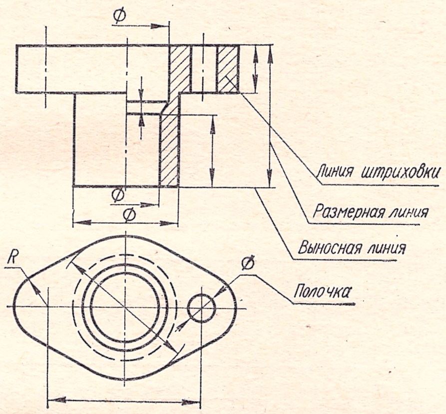


Рис. 14.

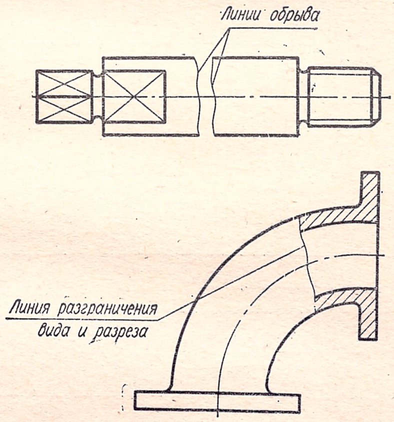


Рис. 15.

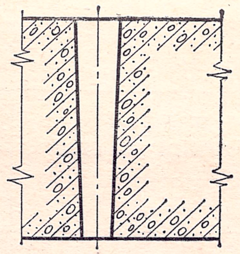


Рис. 16.

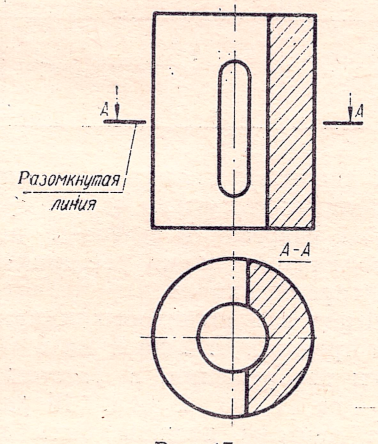
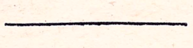
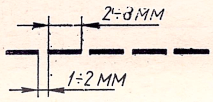
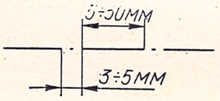
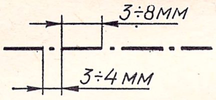
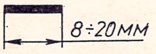
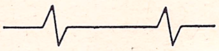


Рис. 17.

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной основной линии	Основное назначение
Сплошная основная		s	Линии видимого контура Линии перехода видимые Линии контура вынесенного сечения Линии контура сечения, входящего в состав разреза
Сплошная тонкая		От $s/2$ до $s/3$	Линии контура наложенного сечения Линии размерные и выносные Линии штриховки Полки линий-выносок Линии-выноски Подчеркивание различных надписей Линии для изображения пограничных деталей Линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях Линии перехода воображаемые Линии сгиба на развертках Оси проекций, следы плоскостей и линии построения характерных точек при специальных построениях
Сплошная волнистая		От $s/2$ до $s/3$	Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза
Штриховая			Линии невидимого контура Линии перехода невидимые
Штрих-пунктирная тонкая		От $s/2$ до $s/3$	Линии осевые и центровые Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях Линии для изображения развертки, совмещенной с видом
Штрих-пунктирная утолщенная		От $s/2$ до $2/3s$	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию Линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
Разомкнутая		От s до $1\frac{1}{2}s$	Линии сечений
Сплошная тонкая с изломами		От $s/2$ до $s/3$	Длинные линии обрыва

Толщина линий $s/3$ допускается только в чертежах, выполненных тушью, если $s < 0{,}9$ *мм*.

В сложных разрезах и сечениях допускается концы разомкнутой линии соединять тонкой штрих-пунктирной линией.

Длину штрихов в штриховых линиях следует выбирать в пределах от 2 до 8 *мм* в зависимости от величины изображения, а расстояние между штрихами — от 1 до 2 *мм*. Штрихи линий на данном чертеже должны быть одинаковой длины.

Длина штрихов в штрих-пунктирных тонких линиях должна быть в пределах от 5 до 30 *мм*, а в штрих-пунктирных утолщенных — от 3 до 8 *мм* в зависимости от величины изображения. Расстояние между штрихами в штрих-пунктирных тонких линиях должно равняться 3—5 *мм*, а в штрих-пунктирных утолщенных — 3—4 *мм*.

Длину концов в разомкнутых линиях берут в пределах от 8 до 20 *мм* в зависимости от величины изображения. Штрихи в штрих-пунктирной линии должны быть оди-

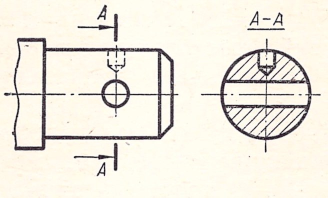


Рис. 18.

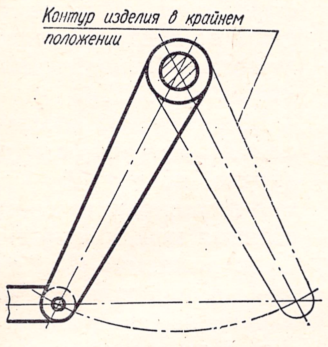


Рис. 19.

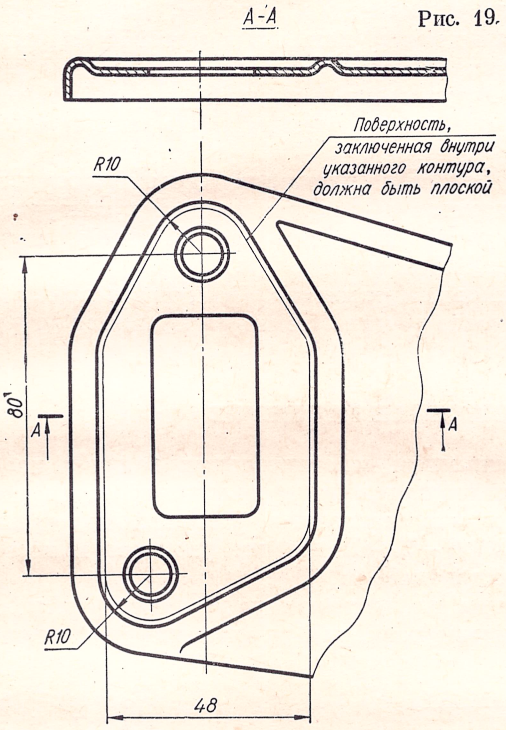


Рис. 20

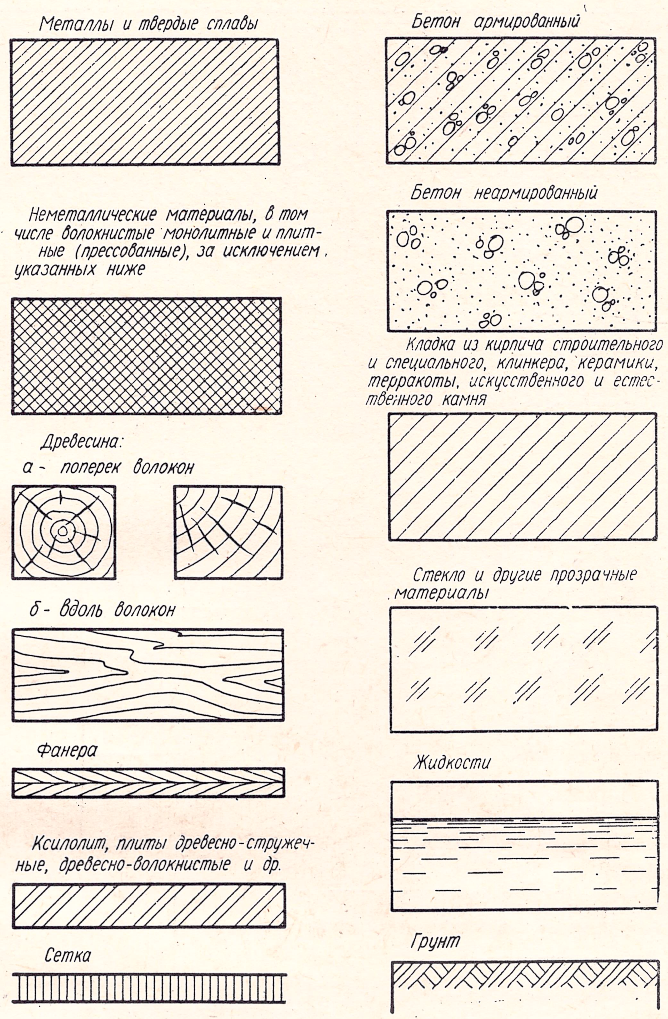


Рис. 21.

наковой длины. Также одинаковой длины должны быть и промежутки между штрихами в линии. Штрих-пунктирные линии должны заканчиваться штрихами. Центр окружности во всех случаях должен определяться пересечением штрихов. Если диаметр окружности меньше 12 *мм*, то штрих-пунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями.

На рис. 13 приведен пример применения линий сплошных основных, штриховых и штрих-пунктирных тонких.

Примеры применения сплошных тонких и сплошных волнистых линий приведены на рис. 14 и 15.

Пример применения длинной линии обрыва показан на рис. 16.

Примеры использования разомкнутой линии приведены на рис. 17 и 18.

На рис. 19 приведен пример применения штрих-пунктирной тонкой линии для изображения частей изделия в крайнем или промежуточном положении.

В случае выделения какой-либо поверхности, плавно переходящей в другую, границу выделяемой поверхности следует указывать сплошной тонкой линией. Пример использования такой линии представлен на рис. 20.

§ 5. ГРАФИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

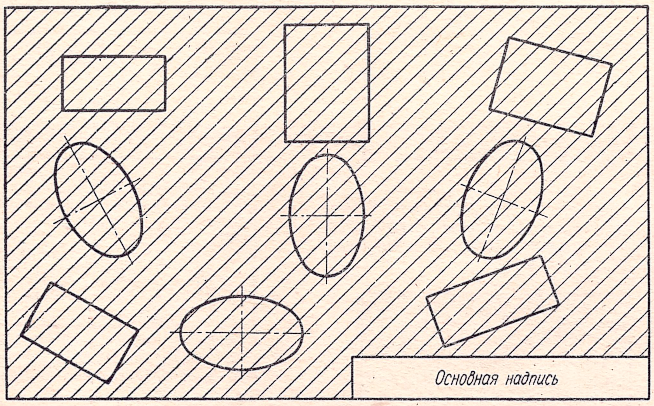
Для условного графического изображения материалов в разрезах и сечениях применяются различные штриховки (ГОСТ 2. 306—68).

Графическое изображение наиболее часто встречающихся материалов на машиностроительных чертежах приведено на рис. 21 *.

Наклонные параллельные прямые в штриховках проводятся сплошными тонкими линиями толщиной от $s/2$ до $s/3$ под углом 45° к линиям рамки чертежа либо к основной надписи чертежа (рис. 22).

---

* Условные обозначения других строительных материалов приведены в разделе VII «Строительное черчение».



а Рис. 22. б

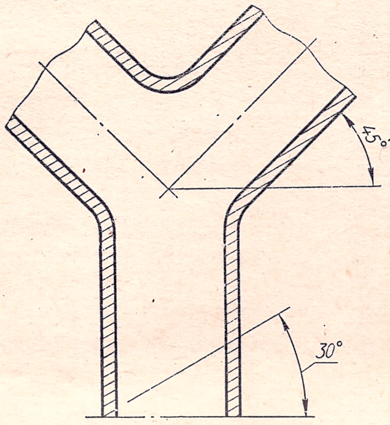


Рис. 23.

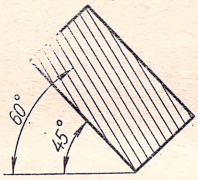


Рис. 24.

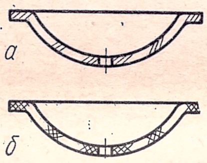


Рис. 25.

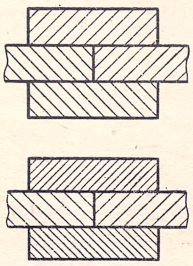


Рис. 26.

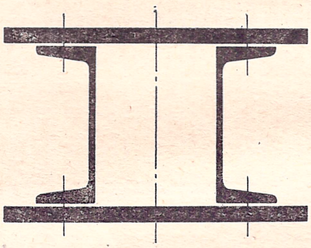


Рис. 27.

В случае совпадения линий штриховки с линиями контура или осевыми линиями рекомендуется линии штриховки проводить под углом 30° (рис. 23) или 60° (рис. 24).

Линии штриховки разрешается проводить с наклоном влево или вправо, но для всех разрезов и сечений, относящихся к одной и той же детали, штриховку следует, как правило, выполнять с наклоном в одну сторону.

Расстояние между прямыми линиями штриховки должно быть, как правило, одинаковым для всех выполненных в одном масштабе разрезов и сечений данной детали. В зависимости от изображаемого материала, площади штриховки и необходимости разнообразить штриховку смежных площадей расстояние между линиями штриховки выбирается в пределах от 1 до 10 *мм*.

Узкие и длинные площади сечений, ширина которых на чертеже от 2 до 4 *мм*, рекомендуется штриховать от руки полностью только на концах и по контуру отверстий, а остальную площадь сечения — небольшими участками в нескольких местах (рис. 25).

Для смежных сечений двух деталей следует выполнять встречную штриховку: на одной детали — вправо, на другой — влево. В подобных случаях при штриховке «в клетку» необходимо, чтобы расстояния между линиями штриховки двух деталей были разными. Для смежных сечений трех и более деталей необходимо, чтобы линии штриховки одного направления были сдвинуты в одном сечении по отношению к другому, либо изменены расстояния между линиями в штриховке (рис. 26).

Сечения, ширина которых на чертеже менее 2 *мм*, допускается зачернять, но с просветами между смежными сечениями не менее 0,8 *мм* (рис. 27).

При больших площадях сечений штриховку рекомендуется выполнять только у контуров сечения узкой полоской равномерной ширины (см. рис. 16).

Штриховка древесины, фанеры, неармированного бетона, грунта, стекла выполняется от руки.

§ 6. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Для выявления действительных величин изображаемых предметов на чертежах наносятся размеры. Правила нанесения размеров изложены в ГОСТ 2.307—68 «Нанесение размеров и предельных отклонений»*.

Размеры на чертежах указываются числовыми величинами (размерными числами) и размерными

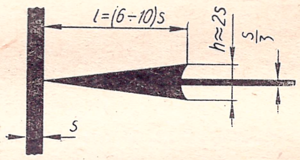


Рис. 28.

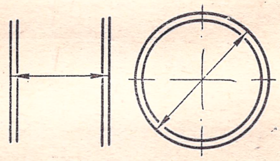


Рис. 29.

линиями. Размерные числа должны соответствовать действительным размерам, независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнен чертеж. Размеры бывают линейные (длина, ширина, величина радиуса, диаметра, хорды или дуги) и угловые (размеры углов).

Количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления изделия.

Линейные размеры указываются на чертеже, как правило, в миллиметрах, поэтому единица измерения у размерных чисел не указывается. Если размеры даны в метрах, сантиметрах, то к соответствующим размерным числам необходимо присоединять обозначение единицы измерения или оговаривать ее в технических требованиях.

---

* Правила нанесения предельных отклонений размеров в настоящем параграфе не излагаются, так как они по мере необходимости изучаются в специальных дисциплинах.

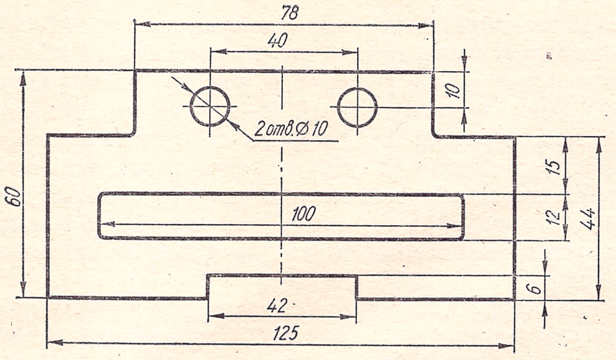


Рис. 30.

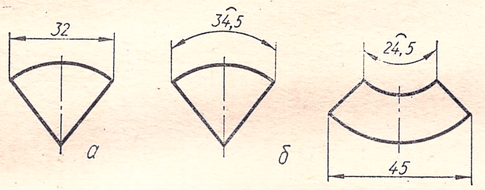


Рис. 31.

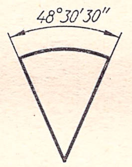


Рис. 32.

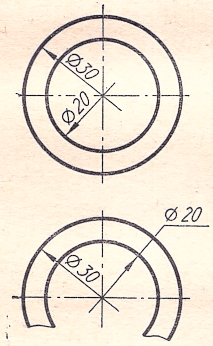


Рис. 33.

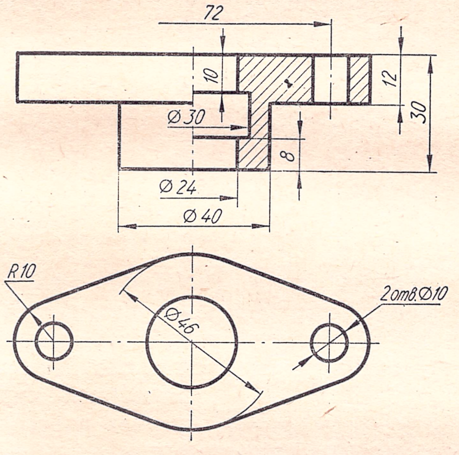


Рис. 34.

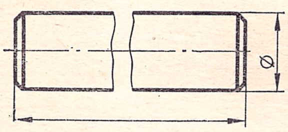


Рис. 35.

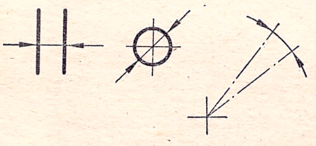


Рис. 36.

Размер, относящийся к одному и тому же элементу, на чертеже указывается только один раз.

Не допускается простановка размеров в виде замкнутой цепочки, за исключением случаев, когда один из размеров замкнутой цепочки дается в виде справочного (справочные размеры обозначаются знаком «*»).

Линии, указывающие границы измерения, называются размерными. Размерная линия должна заканчиваться стрелками. Величину стрелок следует выбирать в зависимости от толщины линий видимого контура и выдерживать по возможности одинаковой для всех размеров, нанесенных на чертеже. Форма стрелки и соотношение ее элементов показаны на рис. 28. Стрелки должны упираться острием в соответствующие линии контура, осевые, центровые или выносные линии. Выносные линии проводятся для указания границ измерения и чаще всего являются продолжением линий видимого контура.

В случае недостатка места для стрелки из-за близко расположенной контурной или выносной линии допускается прерывать линию видимого контура или выносную линию (рис. 29).

Размерные и выносные линии выполняются сплошными тонкими линиями толщиной от $s/2$ до $s/3$. При указании размера прямолинейного отрезка размерная линия проводится параллельно этому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно к размерной.

На рис. 30 показан пример нанесения размеров по длине и ширине детали.

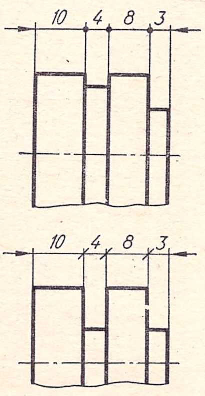


Рис. 37.

При указании размера угла размерную линию следует проводить в виде дуги с центром в вершине этого угла, а выносные линии — радиально. Если необходимо указать длину дуги окружности, размерную линию проводят концентрично дуге, а выносные линии — параллельно биссектрисе угла, и над размерным числом ставят знак «⌒».

На рис. 31 даны примеры нанесения размеров хорды (*а*) и дуги (*б*), а на рис. 32 — размер угла.

Выносные линии должны быть продлены за острие стрелки на 1—5 *мм*. Расстояния между размерной линией и параллельной ей линией видимого контура, а также между параллельными размерными линиями должны быть в пределах 6—10 *мм*. Выносные и размерные линии по возможности не должны пересекаться между собой. Поэтому рекомендуется меньшие размеры наносить ближе к изображаемому предмету (рис. 30).

Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые или выносные в качестве размерных линий. Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Допускается размерную линию для диаметра окружности проводить с обрывом независимо от того, будет окружность показана полностью или нет (рис. 33). При соединении вида с разрезом размерные линии, относящиеся к внутренним очертаниям, проводятся несколько дальше оси (рис. 34). При разрыве изображения размерная линия показывается полностью (рис. 35). Если на концах размерных линий недостаточно места для изображения стрелок, размерные линии рекомендуется удлинять и стрелки наносить с внешней стороны измеряемого элемента (рис. 36). Если размерные линии расположены цепочкой и для стрелок недостаточно места, допускается заменять их точками или засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям (рис. 37).

В случаях, аналогичных показанным на рис. 38, выносную линию следует проводить от точки пересечения продленных линий контура (рис. 38*а*, *б*) либо от центра дуги (рис. 38, *в*).

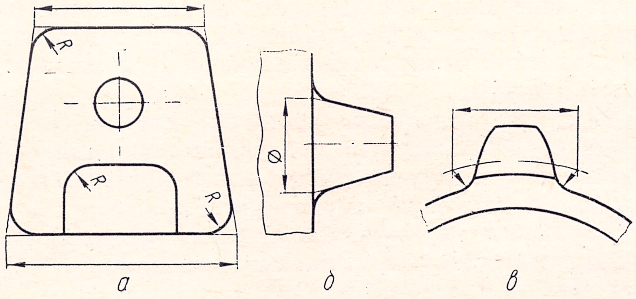


Рис. 38.

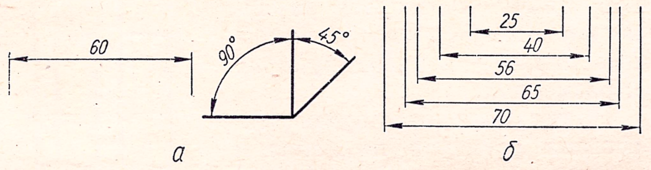


Рис. 39.

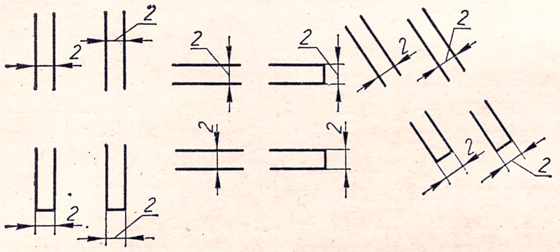


Рис. 40.

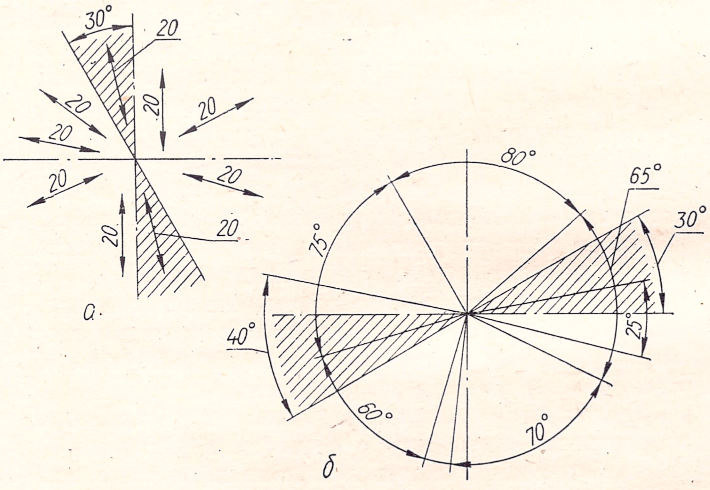


Рис. 41.

Размерные числа следует проставлять над размерной линией параллельно ей и по возможности ближе к ее середине (рис. 39, *а*). При нанесении нескольких размерных линий на небольшом расстоянии одна от другой, размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (рис. 39, *б*).

При недостатке места между размерными стрелками или линиями контура размерные числа следует наносить так, как показано на рис. 40.

В зависимости от наклона размерных линий и расположения измеряемых углов размерные числа линейных и угловых размеров следует располагать так, как показано на рис. 41, *а* и *б*. Если размерная линия или измеряемый угол попадают в заштрихованную зону, показанную на рис. 41, рекомендуется размерные числа выносить на полку. Размерные числа угловых размеров, расположенные выше горизонтальной осевой линии, помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости (рис. 41, *б*), а расположенные ниже горизонтальной осевой линии,— со стороны вогнутости размерных линий. На рис. 42 показаны примеры нанесения размерных чисел угловых размеров.

Размерные числа и буквы, которые в перевернутом положении могут быть прочитаны иначе (числа 16, 66, 86 и т. п., буквы α, *p*, *d* и др.) рекомендуется выносить на полки или после них

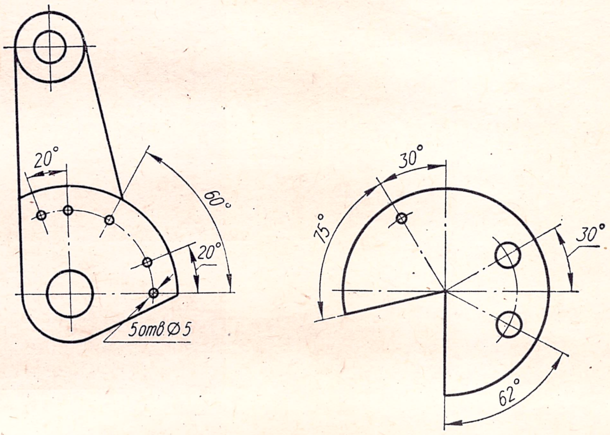


Рис. 42.

ставить точку. Размерное число не должно пересекать или разделять какие-либо линии чертежа. Не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа. Также не допускается размерное число размещать в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий. В необходимых случаях в месте нанесения размерного числа осевые линии или линии штриховки следует прерывать (рис. 43).

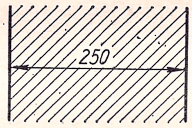


Рис. 43.

Угловые размеры должны указываться в градусах, минутах и секундах, при этом градусы и минуты следует выражать только целыми числами.

Для обозначения диаметра окружности применяется знак ⌀, представляющий собой кружок с пересекающим его отрезком, наклоненным к размерной линии под углом 75°. Диаметр окружности условного знака приблизительно должен быть равен $^5/_7$ величины цифр. Знак ⌀ проставляется перед размерным числом диаметра во всех без исключения случаях.

Примеры нанесения размеров окружности приведены на рис. 44.

Использование знака диаметра позволяет сократить количество видов предмета, представляющего собой тело вращения. Так, на рис. 45 изображены половина вида и половина разреза детали, которые полностью выявляют ее форму и размеры.

Перед размерным числом радиуса также во всех без исключения случаях необходимо наносить прописную букву R. Правила нанесения размера радиуса показаны на примерах рис. 46. При необходимости указания размера, определяющего положение центра дуги окружности, последний фиксируется пересечением центровых или выносных линий. Если центр дуги окружности находится на большом расстоянии, его можно приблизить к дуге, а радиус показать с изломом под углом 90° (рис. 46, *а*). Если центр дуги окружности не фиксируется на чертеже, размерную линию радиуса можно не доводить до центра (рис. 46, *б*). Размерные линии радиусов дуг концентрических окружностей нельзя располагать на одной прямой (рис. 46, *в*). Радиусы наружных и внутренних скруглений следует показывать так, как изображено на рис. 46, *г*.

Размерное число диаметра (радиуса) сферы также сопровождается знаком ∅ (R) без надписи слова «Сфера» (рис. 47). Слово «Сфера» пишут в тех случаях, когда на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, например: «*Сфера* ∅ 40», «*Сфера R*8». Размеры квадрата и квадратного отверстия обозначаются значком □ перед размером стороны квадрата (рис. 48). При этом на изображении грани сплошными тонкими линиями наносятся диагонали.

Для многих тел вращения характерной величиной является конусность, которая определяется отношением диаметра окружности основания конуса к его высоте (для усеченного конуса — отношением разности диаметров окружностей оснований к высоте усеченного конуса). Отношение, определяющее конусность, выражается единичной дробью (например, 1 : 5), в процентах (20%) или градусах (11° 25′ 16″).

Перед размерным числом, характеризующим конусность, ставится треугольный знак ◁, вершина которого обращена в сторону вершины конуса (рис. 49).

Наклон линии по отношению к горизонтальной или вертикальной прямой характеризуется уклоном. Величина уклона характеризуется тангенсом угла наклона линии, т. е. отношением противолежащего катета к прилежащему. Уклон, так же как и конусность, выражается единичной дробью, в процентах или градусах. Перед числом, характеризующим уклон, наносится знак ∠, вершина угла которого обращена в сторону уклона (рис. 50).

Распространенным элементом машиностроительных деталей является так называемая фаска — скошенная часть острого ребра или кромки. Фаска на цилиндрических или конических стержнях представляет собой усеченный конус. Размеры фасок под углом 45° наносятся так, как показано на рис. 51, *а*. Первое число определяет размер катета в треугольнике, образованном фаской. Размеры фасок под другими углами указываются по общим правилам — угловым и линейным размерами (рис. 51, *б*). Если на чертеже детали изображено несколько фасок одинакового размера, то размер фасок наносится один раз с добавлением надписи: 2 *фаски*, 4 *фаски* и т. д.

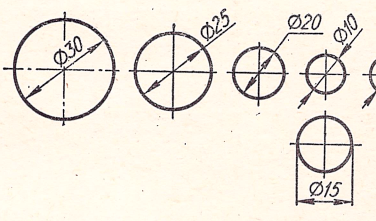


Рис. 44.

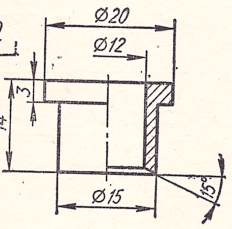


Рис. 45.

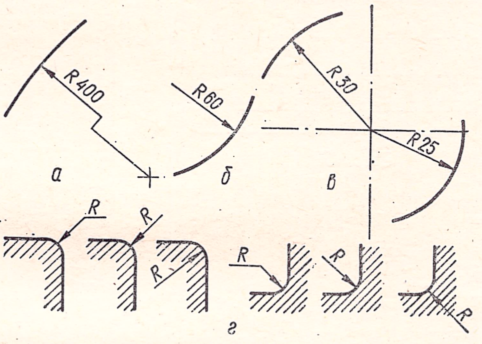


Рис. 46.

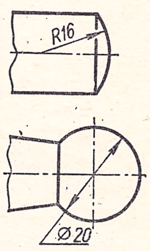


Рис. 47.

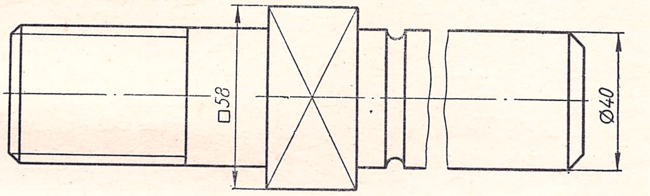


Рис.48.

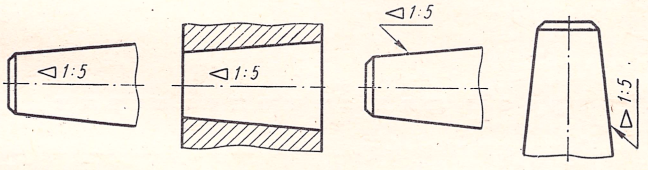


Рис. 49.

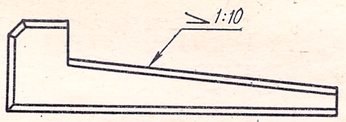


Рис. 50.

При нанесении цепочкой линейных размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами предмета (например, отверстиями), рекомендуется нанести размер между соседними элементами и размер между крайними элементами, представив последний в виде произведения числа промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 52).

Вместо повторения размеров одинаковых элементов (отверстий, пазов) рекомендуется наносить размер одного элемента с указанием количества таких элементов (например, 4 *отв.* ∅ 6, или $\frac{\varnothing\,3}{2\ \textit{отв.}}$ (рис. 53) и указать угловые размеры между центрами окружностей.

Если отверстия расположены по окружности равномерно, то угловые размеры между центрами не указываются, а указывается лишь количество

Киевский
Отдел №65
Авиазавод

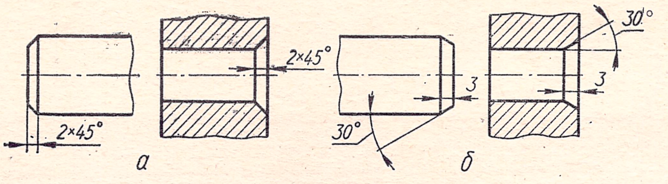


Рис. 51.

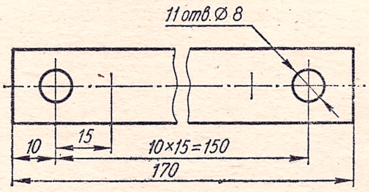


Рис. 52.

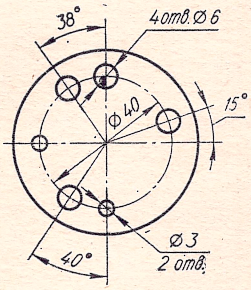


Рис. 53.

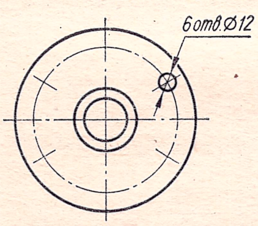


Рис. 54.

отверстий (рис. 54). В этом случае допускается изображать только одно отверстие с соответствую-

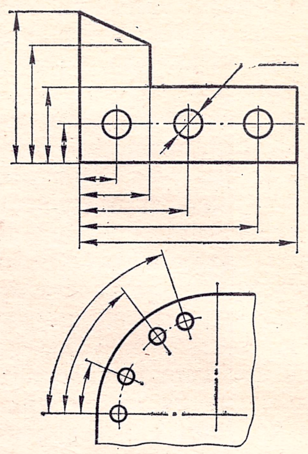


Рис. 55.

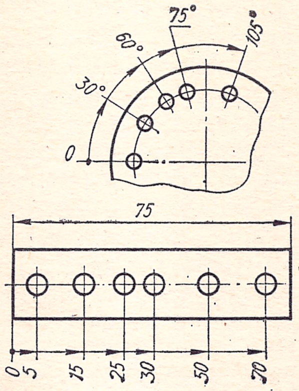


Рис. 56.

щей надписью, а остальные — фиксировать их центрами.

Ряд смежных линейных или угловых размеров можно наносить не цепочкой, а от общей базы, т. е. от поверхности или оси, от которой ведутся отсчеты размеров детали (рис. 55).

При большом количестве размеров рекомендуется проводить одну общую размерную линию от базы, принятой за нулевую отметку и отмечаемую точкой (рис. 56). Каждое последующее размерное число показывает расстояние от нулевой базовой отметки до измеряемого элемента.

Вопросы для самопроверки

1. Какие основные форматы чертежей установлены по ГОСТ 2.301—68?
2. Какой формат принято за единицу измерения других форматов?
3. Где на листе формата следует размещать основную надпись?
4. Что называется масштабом?
5. Какие вы знаете установленные ГОСТ 2.302—68 масштабы уменьшения и увеличения?
6. Какие размеры шрифта установлены ГОСТ 2.304—68? Чем определяется размер шрифта?
7. Каким должен быть угол наклона букв и цифр?
8. Каково соотношение между высотой прописной и строчной букв?
9. Каково соотношение между высотой и шириной обычных прописных букв?
10. Какой должна быть толщина букв и цифр в зависимости от размера шрифта?
11. Какие линии на чертежах установлены ГОСТ 2.303—68?
12. В каких пределах должна быть толщина сплошной основной линии?
13. Каково соотношение толщин других линий?
14. Как обозначают в разрезах и сечениях металл, пластмассу, резину, древесину, фанеру, стекло, жидкости, бетон, кирпич, грунт?
15. Как штрихуют смежные плоскости?
16. Как штрихуют длинные узкие площади сечений металла?
17. Какие основные правила нанесения выносных и размерных линий?
18. Как должна быть проведена размерная линия при обозначении дуги, угла?
19. Как следует писать размерные числа, если размерная линия горизонтальная, вертикальная, наклонная?
20. Как проставляют размеры радиусов, диаметров?
21. Как обозначают размеры одинаковых элементов?
22. Каково соотношение элементов размерной стрелки?
23. Что называется конусностью и как ее обозначают?
24. Что называется уклоном и как его обозначают?

Раздел II. НЕКОТОРЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

§ 7. ПОСТРОЕНИЕ УКЛОНА И КОНУСНОСТИ

Для определения уклона прямой, наклоненной к горизонтальной прямой под углом φ, выбирают на этой прямой произвольную точку A (рис. 57) и из нее опускают перпендикуляр. Отношение $\frac{AB}{BC} = \frac{h}{l}$, выраженное простой дробью, и показывает уклон прямой AC к прямой BC.

Для построения заданного уклона, например 1 : 6, на горизонтальной прямой откладывают 6 равных отрезков a произвольной длины

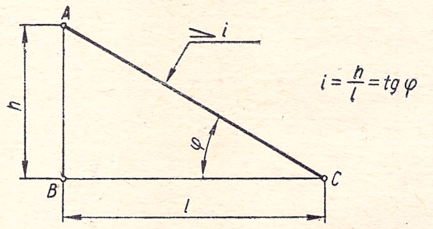


Рис. 57.

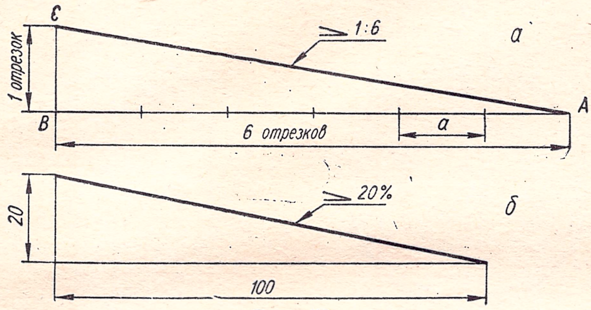


Рис. 58.

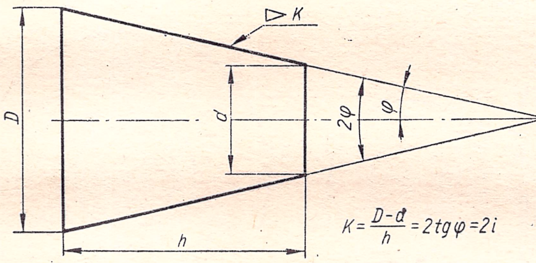


Рис. 59.

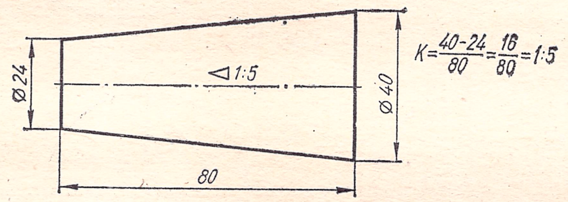


Рис. 60.

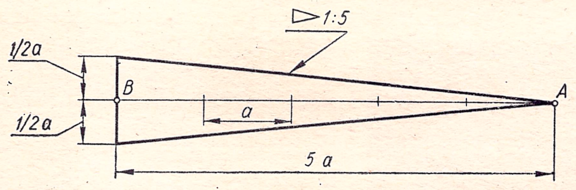


Рис. 61.

(рис. 58, *а*). Затем из конца *B* горизонтального отрезка восставляют перпендикуляр *BC*, длиной *а*. Соединив точки *C* и *A*, получим линию, построенную с уклоном 1 : 6.

Величину уклона можно выражать также в процентах. Показанный на рис. 58, *б* уклон 20% соответствует уклону 1 : 5.

Для определения конусности *K* усеченного конуса (рис. 59) необходимо разность диаметров окружностей оснований *D* — *d* разделить на высоту *h* и выразить это отношение единичной дробью или в процентах. Как видно, числовое значение конусности в два раза больше значения уклона образующей конуса к его оси. На рис. 60 показан пример определения конусности.

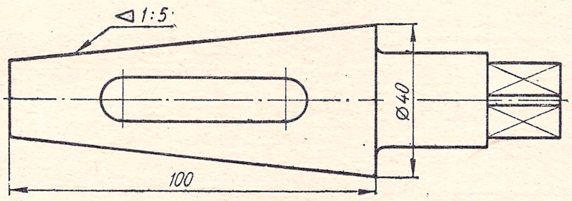


Рис. 62.

Для построения заданной конусности, например 1 : 5 (рис. 61), на прямой откладывают пять равных произвольных отрезков *а*. Через конец *B* пятого отрезка прямой проводят перпендикуляр, на котором откладывают по обе стороны от точки *B* по 1/2 *а*. Соединив концы перпендикуляра с точкой *A*, получим изображение конуса с конусностью 1 : 5.

На рис. 62 показано изображение детали с коническим элементом. Если на чертеже нанесена величина конусности, то размер диаметра окружности одного из оснований не указывается, так как при необходимости он может быть определен.

§ 8. ДЕЛЕНИЕ ОТРЕЗКОВ, УГЛОВ И ОКРУЖНОСТЕЙ. ПРОВЕДЕНИЕ ПЕРПЕНДИКУЛЯРА

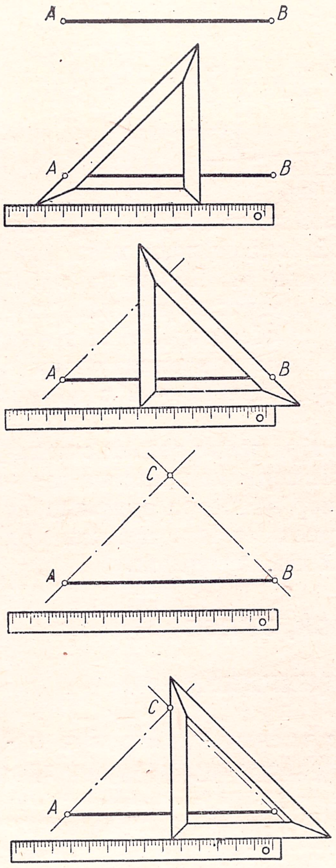
Деление отрезка на две равные части. Это построение может быть выполнено при помощи треугольника или циркуля. Берут треугольник с углами 45° и через концы *A* и *B* отрезка (рис. 63) проводят прямые под углом 45° к отрезку *AB*. Затем через точку *C* проводят прямую, перпендикулярную к *AB*, которая и разделит заданный отрезок на две равные части (графические операции построения на чертеже даны по этапам).

Чтобы разделить отрезок на две равные части с помощью циркуля (рис. 64), из концов *A* и *B* отрезка, как из центров, радиусом *R*, бо́льшим половины отрезка, проводят дуги до взаимного пересечения в точках *C* и *D*. Соединив эти точки, разделим отрезок *AB* точкой *E* на две равные части. Способ деления отрезка на две равные части с помощью циркуля является также способом проведения перпендикуляра через середину отрезка.

Деление отрезка на п равных частей. Чтобы разделить отрезок *AB*, например, на пять равных частей (рис. 65), из конца *A* отрезка *AB* проводят прямую под произвольным углом, на которой откладывают пять произвольных равных отрезков. Конец пятого отрезка (точку *5*) соединяют с точкой *B*. Проведя через точки *1, 2, 3* и *4* прямые, параллельные прямой *5B*, разделим отрезок *AB* на пять равных частей.

Деление угла на две равные части (рис. 66). Из вершины угла α произвольным радиусом *R* проводят дугу и отмечают точки пересечения ее со сторонами угла. Из точек пересечения, как из центров, проводят также произвольным радиусом дуги окружности до взаимного пересечения. Прямая, соединяющая полученную точку с вершиной угла, разделит угол α пополам.

Деление прямого угла на три равные части. Из вершины прямого угла (рис. 67) проводят дугу окружности произвольного радиуса *R* до пересе-



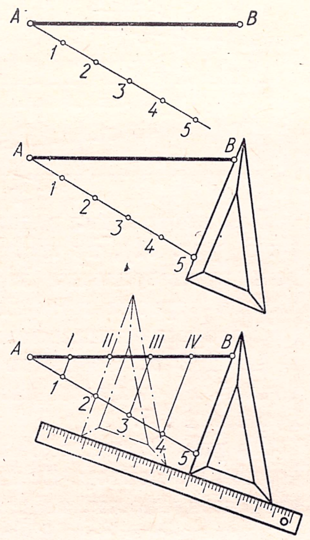


Рис. 65.

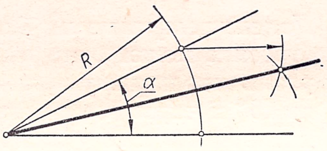
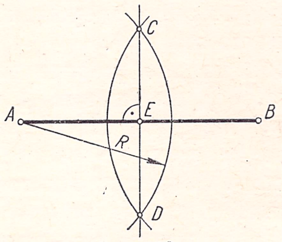


Рис. 63.

Рис. 66.



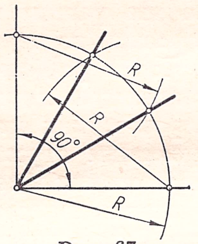


Рис. 64.

Рис. 67.

чения со сторонами угла. Из точек пересечения, как из центров, тем же радиусом засекают на ранее полученной дуге точки. Прямые, соединяющие эти точки с вершиной прямого угла, разделят его на три равные части.

Построение перпендикуляра к прямой из точки, лежащей вне прямой. Из заданной точки C (рис. 68, *а*), как из центра проводят дугу окружности произвольного радиуса R, пересекающую прямую *а* в точках *1* и *2*. Из этих точек, как из

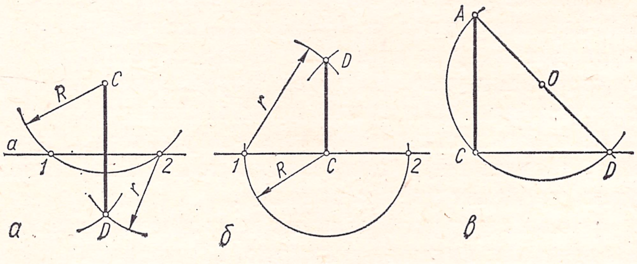


Рис. 68.

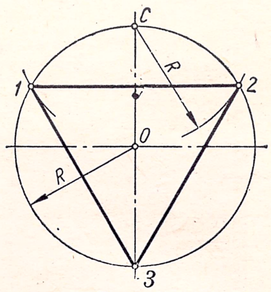


Рис. 69.

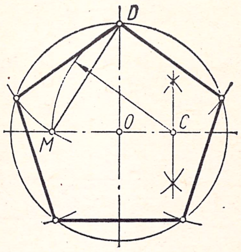


Рис. 70.

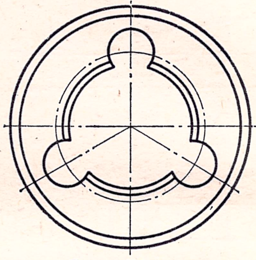


Рис. 71.

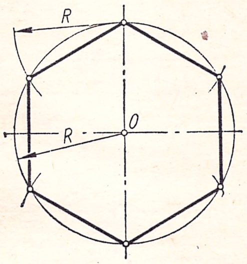


Рис. 72.

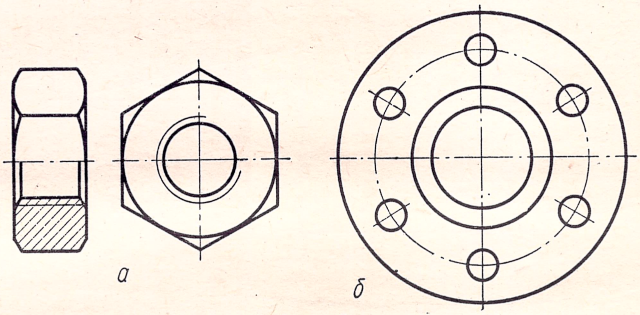


Рис. 73.

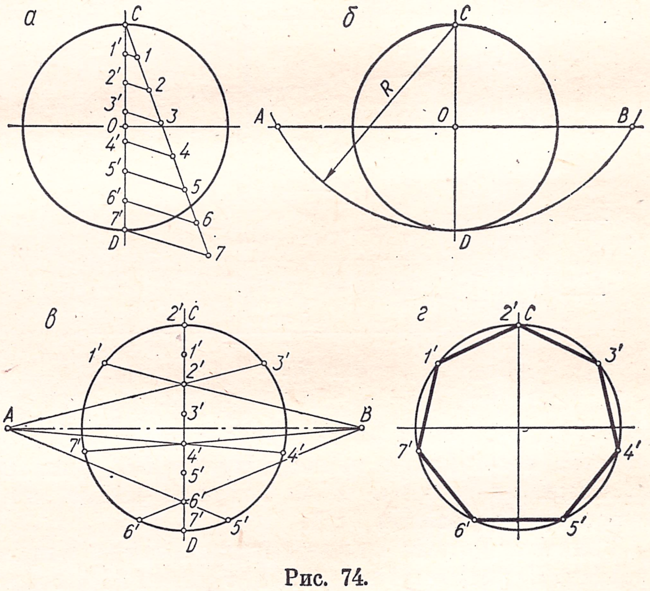


Рис. 74.

центров, проводят дуги окружностей также произвольного радиуса r до взаимного пересечения в точке D. Прямая CD и будет перпендикулярна к заданной прямой.

Построение перпендикуляра к прямой из точки, лежащей на прямой. Из заданной точки C (рис. 68, *б*) как из центра, проводят дугу окружности произвольного радиуса R до пересечения

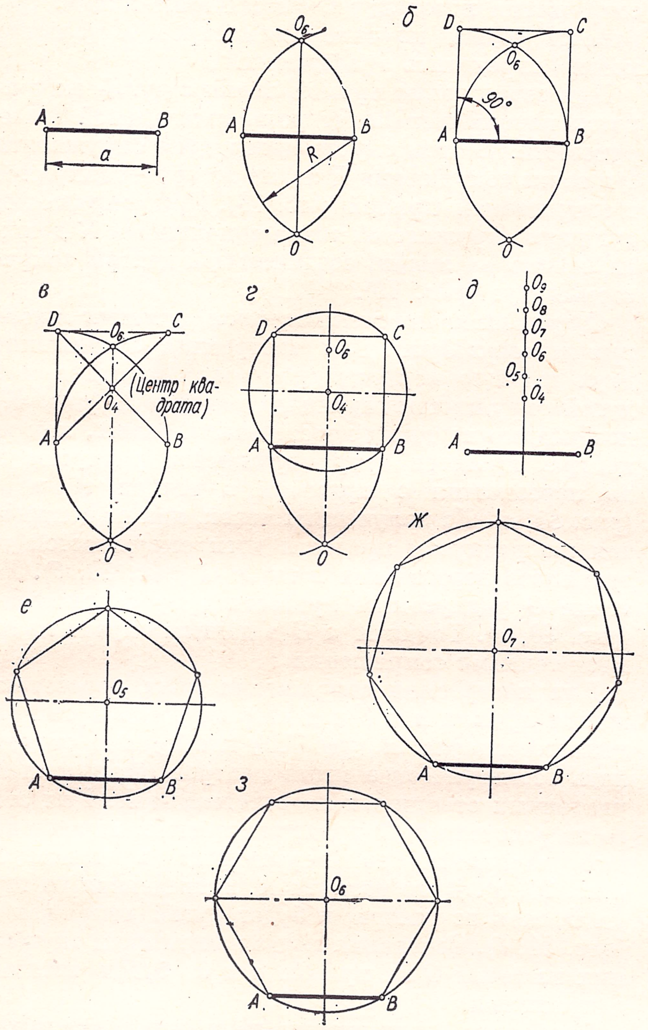


Рис. 75.

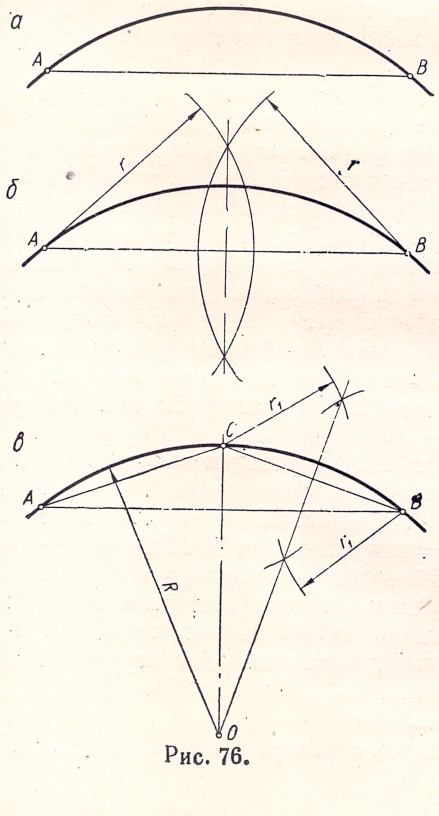


Рис. 76.

с прямой в точках *1* и *2*, из которых, как из центров, проводят дуги окружностей произвольного радиуса до взаимного пересечения в точке D. Прямая CD перпендикулярна к заданной прямой.

Построение перпендикуляра из конца данной прямой. Из произвольной точки O вне прямой (рис. 68, *в*), как из центра, проводят окружность радиусом, равным расстоянию от точки O до конца прямой C. Из точки D пересечения окружности с прямой проводят диаметр окружности. Прямая AC и будет перпендикулярна к заданной прямой.

Деление окружности на три равные части (построение правильного треугольника, вписанного в окружность). Из точки окружности C (рис. 69) радиусом R засекают на ней точки *1* и *2*. Дуга *1—2* и есть треть длины окружности. Радиусом *1—2* из точки *1* на окружности засекают третью точку *3*. Точки *1, 2* и *3* разделят окружность на три равные части. Треугольник *1—2—3* есть равносторонний треугольник, вписанный в окружность.

На рис. 70 показана деталь (прогонка). Для выполнения чертежа этой детали необходимо окружность разбить на три равные части.

Деление окружности на пять равных частей (построение правильного пятиугольника, вписанного в окружность). Из середины полудиаметра — точки C (рис. 71), как из центра, дугой радиуса CD засекают на диаметре точку M. Отрезок DM определяет длину стороны вписанного правильного пятиугольника. Построение вершин пятиугольника ясно из чертежа.

Деление окружности на шесть равных частей (построение правильного шестиугольника, вписанного в окружность). Сторона правильного шестиугольника, вписанного в окружность, равна радиусу окружности. Все построения ясны из рис. 72.

На рис. 73, *а* и *б* приведены чертежи гайки и фланца, для выполнения которых необходимо разделить окружность на 6 равных частей.

Деление окружности на n равных частей* построение правильного n-угольника, вписанного в окружность). Пусть требуется разделить окружность, например, на 7 равных частей (рис. 74). Для этого диаметр окружности делят на n (семь) равных частей (рис. 74, *а*). Из точки C, как из центра, радиусом R, равным диаметру окружности, засекают на горизонтальной оси точки A и B (рис. 74, *б*). Из точек A и B проводят прямые через четные или нечетные деления вертикального диаметра до пересечения с окружностью. Полученные точки на окружности разделят ее на n (семь) равных частей (рис. 74, *в*). Соединяя эти точки, строят правильный n-угольник (рис. 74, *г*).

Построение правильного n-угольника по данной стороне а. Пусть задан отрезок AB — сторона правильного n-угольника (рис. 75). Из концов отрезка AB проводят дуги окружностей радиусом $R = AB$ до взаимного пересечения в точках O и O_6 (рис. 75, *а*). Соединив точки O и O_6 прямой, получают геометрическое место центров всех n-угольников.

* С помощью циркуля и линейки нельзя разделить окружность на 7, 9, 13, 18, 19 и т. д. частей. Описанный способ дает возможность сделать это с достаточной точностью.

Для построения квадрата по заданному отрезку из точек A и B восставляют перпендикуляры до пересечения с дугами окружностей (рис. 75, *б*). Пересечение диагоналей AC или BD с вертикальной осью определяет центр квадрата, вписанного в окружность радиуса O_4A (рис. 75, *в*, *г*).

Для построения центра правильного пятиугольника отрезок O_4O_6 делят пополам (рис. 75, *д*). Точка O_5 будет центром правильного пятиугольника, вписанного в окружность радиуса O_5A (рис. 75, *е*). Откладывая отрезок O_5O_6 на вертикальной оси от точки O_6 вверх, отмечают точки O_7, O_8, O_9, ..., O_n как центры правильных семи-, восьми-, девяти-, ..., n-угольников, вписанных в окружность радиуса O_7A (рис. 75, *ж*), O_8A; O_9A, ..., O_nA. Точка O_6 является центром правильного шестиугольника, вписанного в окружность радиуса O_6A (рис. 75, *з*).

Определение радиуса и центра дуги. К середине произвольно проведенной хорды AB (рис. 76, *а*) восставляют перпендикуляр (рис. 76, *б*) способом, показанным на рис. 64.

Аналогичную операцию повторяют для хорды BC (рис. 76, *в*). Пересечение перпендикуляров определяет центр дуги O, а отрезок OC есть радиус этой дуги.

§ 9. СОПРЯЖЕНИЯ

Очертания многих технических форм состоят из линий, плавно переходящих одна в другую. На рис. 77 показаны, например, контуры прокладки и планки, состоящие из таких линий.

Плавный переход от одной линии к другой называется сопряжением. Из всего многообразия сопряжений различных линий можно выделить такие основные виды сопряжений: сопряжение прямой линии с дугой окружности, сопряжение двух различно расположенных прямых линий при помощи дуги окружности, сопряжение дуг двух окружностей при помощи прямой линии и сопряжение дуг двух окружностей при помощи третьей.

Дуги окружностей, при помощи которых выполняется сопряжение, называются дугами сопряжения. Для построения дуги сопряжения необходимо на чертеже выявить центр ее, радиус этой дуги и точки сопряжения, в которых дуга сопряжения переходит в сопрягаемые линии. Задаваясь одним из этих параметров, остальные можно определить графически.

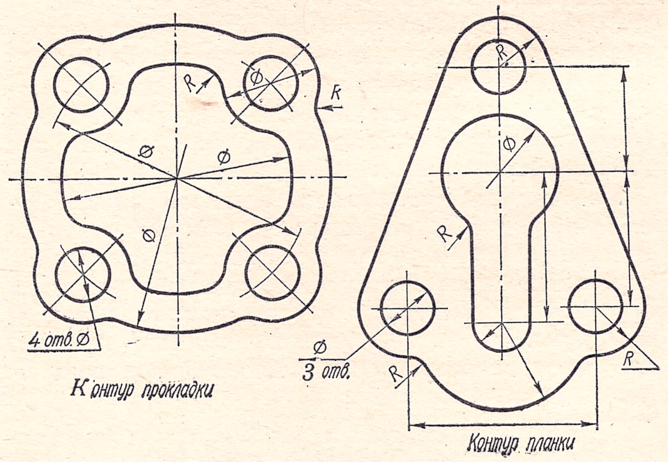


Рис. 77.

При сопряжении прямой линии с дугой окружности первая выполняет роль касательной к окружности. В этом случае центр дуги окружности O и точка сопряжения K лежат на перпендикуляре к сопрягаемой прямой (рис. 78). При сопряжении дуг двух окружностей точка сопряжения K должна лежать на линии, соединяющей центры сопрягаемых дуг (рис. 79).

Сопряжение пересекающихся прямых линий при помощи дуги. Для построения сопряжения двух взаимно перпендикулярных прямых a и b дугой окружности заданного радиуса R (рис. 80) необходимо из точки пересечения прямых, как из центра, провести дугу окружности радиусом R до пересечения с прямыми в точках A и B (рис. 80, *а*). Из полученных точек, как из центров, тем же радиусом провести дуги окружностей до взаимного пересечения в точке O (рис. 80, *б*). Из точки O радиусом R провести дугу сопряжения (рис. 80, *в*). Точки A и B в данном случае являются точками сопряжения.

Для построения сопряжения двух пересекающихся прямых a и b под острым углом дугой заданного радиуса R (рис. 81) необходимо определить геометрическое место центров окружностей, удаленных от прямых на расстояние R. Для этого на расстоянии R проводят прямые, параллельные заданным, до пересечения в точке O. (рис. 81, *а*). Дуга радиуса R, проведенная из точки O, как из центра, и будет дугой сопряжения (рис. 81, *б*). Основания перпендикуляров, опущенных из точки O на прямые a и b, будут точками сопряжения.

Построение сопряжения двух пересекающихся прямых под тупым углом дугой заданного радиуса R (рис. 82) выполняется по аналогии с предыдущим.

На рис. 83 приведены изображения трех деталей, в построении контуров которых использованы рассмотренные случаи сопряжений.

Вычерчивание профиля проката. Широкое применение в промышленности находит сортовой прокат, форма и размеры которого (угольники равнобокие и неравнобокие, тавры и двутавры, швеллеры, рельсы крановые и железнодорожные и т. д.) строго регламентируются ГОСТами. Профили проката пронумерованы. Номер двутавра и швеллера соответствует высоте h их стенки, выраженной в сантиметрах, угольников — высоте их полок.

На рис. 84, а приведен профиль швеллера с относительными размерами, предусмотренными ГОСТом*. На рис. 84, *б* показан пример построения профиля швеллера № 16 по размерам из ГОСТ 8240—56, представленным в табл. 10.

Вычерчивание профиля швеллера сводится к построению линий уклона его полок и сопряжений линий уклона полок с вертикальной прямой линией стенки.

* Стенка швеллера показана с разрывом.

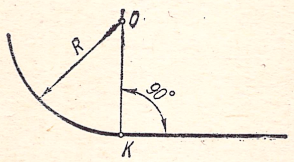


Рис. 78.

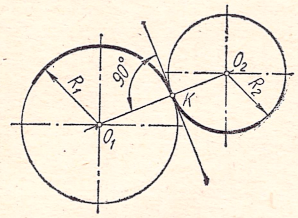


Рис. 79.

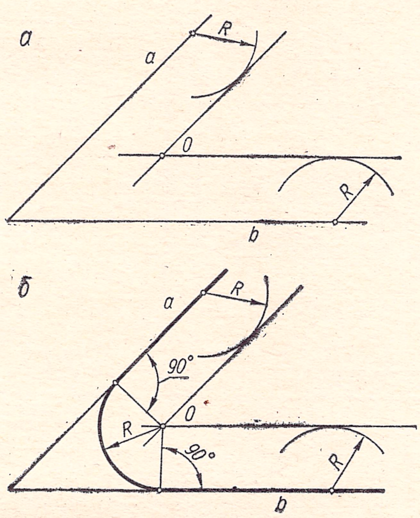


Рис. 81.

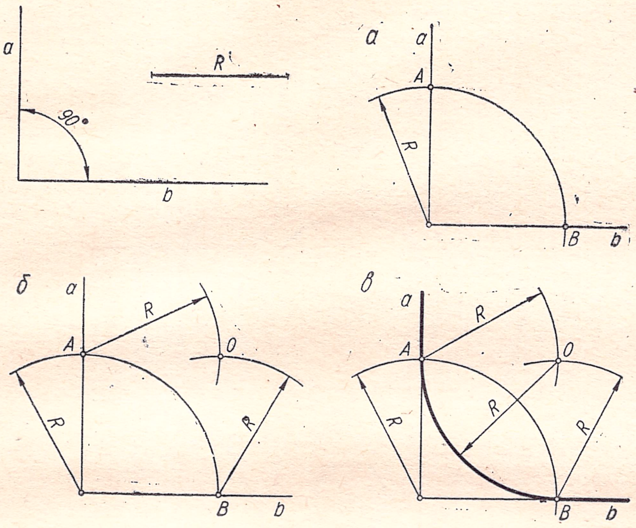


Рис. 80.

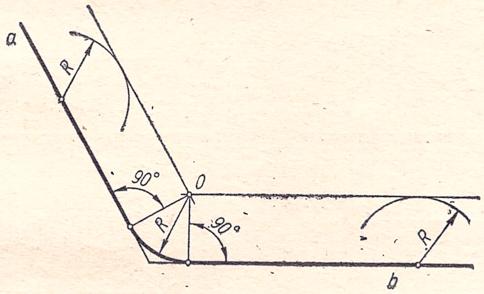


Рис. 82.

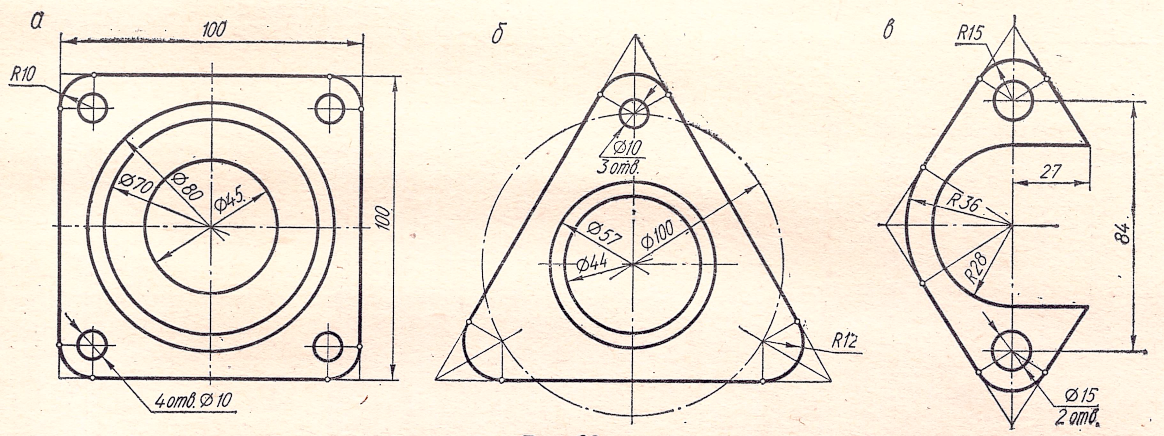


Рис. 83.

Построение заданного уклона было рассмотрено в § 7 (рис. 57). Определив по размерам положение точки A на нижней полке, проводят через нее прямую, параллельную отрезку OC, построенному с уклоном 10%. Аналогичные построения повторяют на верхней полке. Для вычерчивания сопряжений радиусом $R = 8{,}5$ *мм* проводят прямые, параллельные линиям стенки и полок на расстоянии, равном 8,5 *мм*. Пересечение этих прямых определяет центры дуг сопряжения. Аналогичные построения выполняют и для сопряжений $r = 3{,}5$ *мм*.

Сопряжение параллельных прямых дугой окружности. Если на одной из прямых a или b задана точка сопряжения A (рис. 85), сопряжение выполняют так. Из точки A опускают перпендикуляр на прямую b (рис. 85, *а*). Делят отрезок AB пополам (рис. 85, *б*) и из точки O, как из центра, проводят дугу сопряжения радиусом OA (рис. 85, *в*).

На рис. 86 показан контур элемента детали подшипника, в изображении которого использовано построение рассмотренного вида сопряжений.

Сопряжение дуги окружности и прямой с помощью дуги заданного радиуса. Сопряжение дуги окружности радиуса R и прямой a (рис. 87) выполняют следующим образом. Сначала определяют геометрическое место центров дуг сопряжения радиусом R_1. Для этого на расстоянии R_1 от прямой a проводят параллельную ей прямую m, а из центра O радиусом $R + R_1$ — дугу концентрической окружности. Точка O_1 будет центром

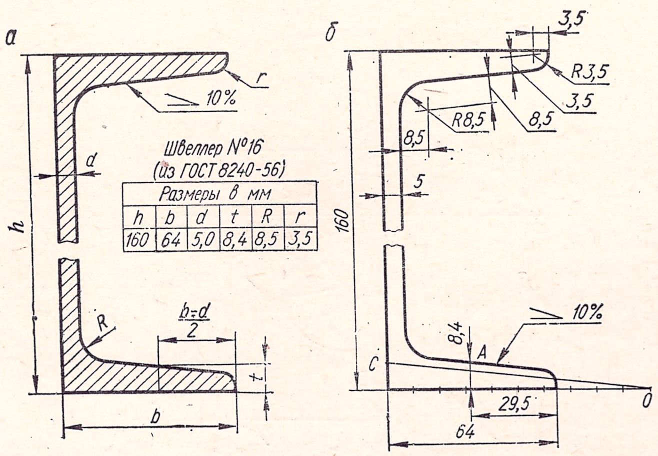


Рис. 84.

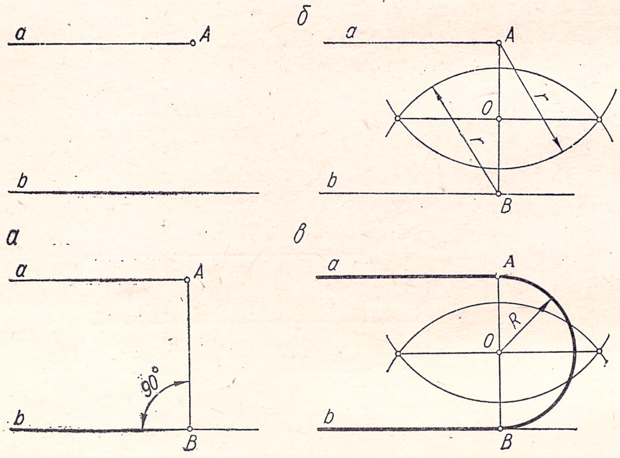


Рис. 85.

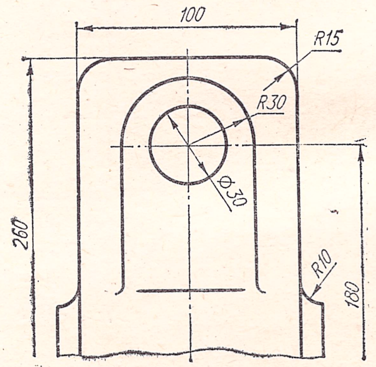


Рис. 86.

дуги сопряжения. Точка сопряжения C получена на перпендикуляре, проведенном из точки O_1 к прямой a, а точка B — на прямой, соединяющей точки O и O_1.

На рис. 88 представлен пример изображения контура подшипника, в построении которого использован рассмотренный вид сопряжений ($R4$ и $R7$).

Сопряжение дуг двух окружностей при помощи прямой линии сводится к построению внешней или внутренней касательной к этим окружностям.

Для проведения внешней касательной, сопрягающей две окружности радиусов R и R_1 (рис. 89, a), сначала соединяют центры окружно-

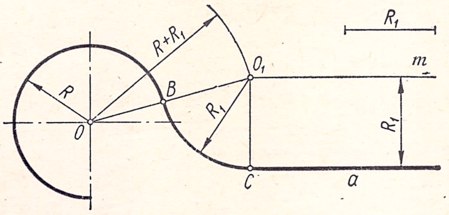


Рис. 87.

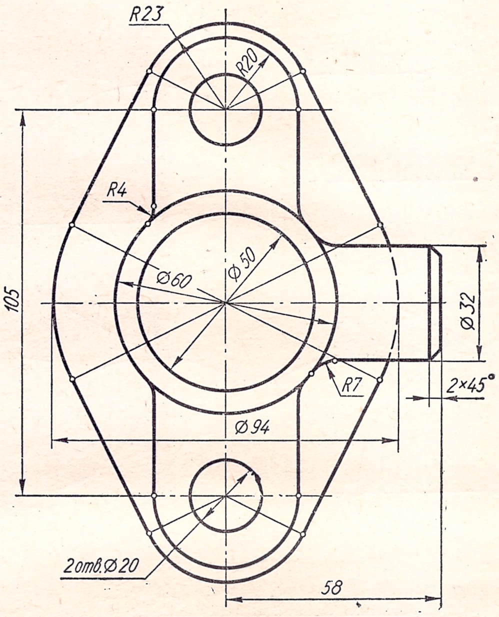


Рис. 88.

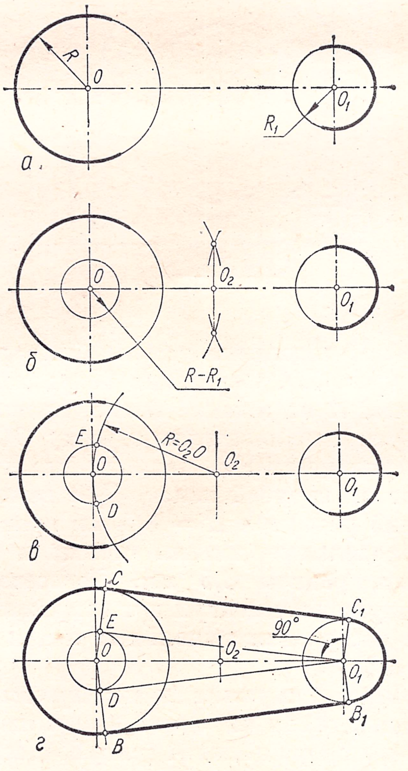


Рис. 89.

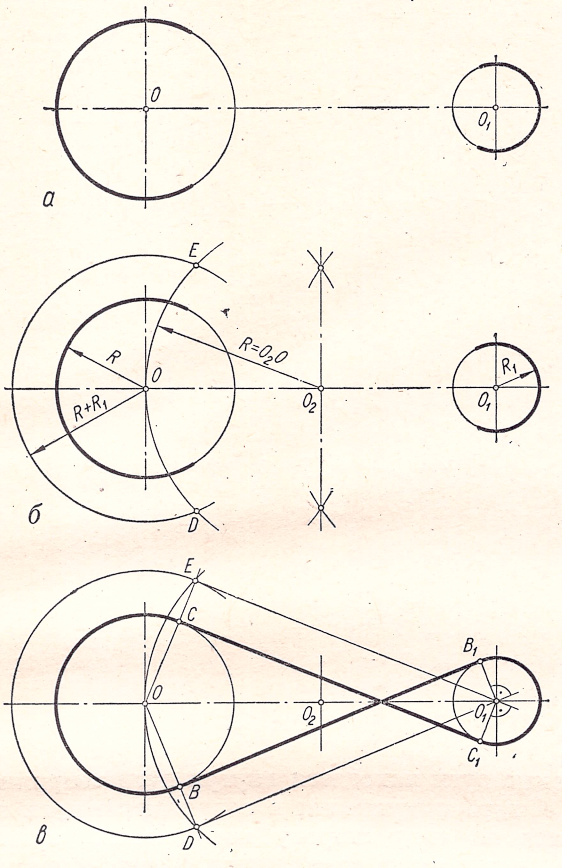


Рис. 90.

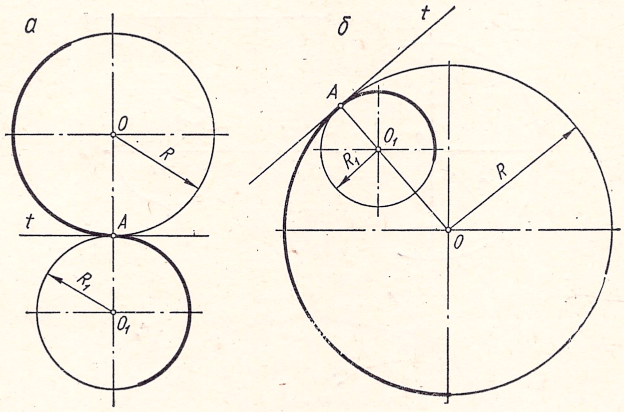


Рис. 91.

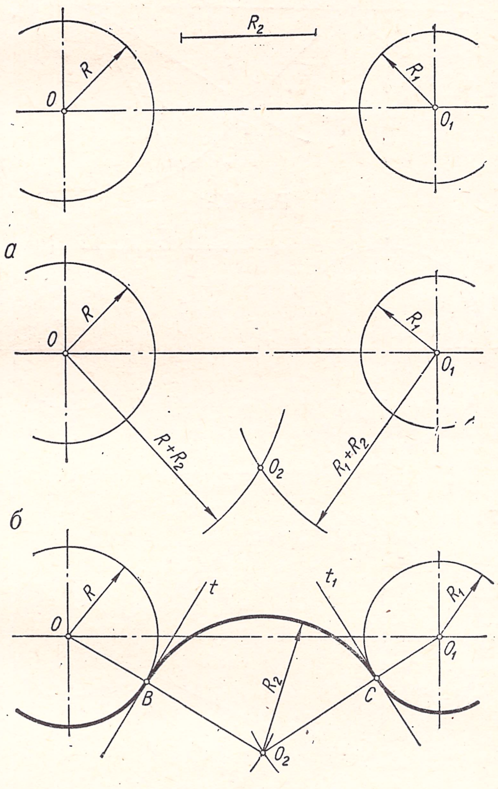


Рис. 92.

стей, затем отрезок OO_1 делят точкой O_2 пополам, а из точки O проводят окружность радиусом, равным разности радиусов заданных окружностей $R - R_1$ (рис. 89, *б*). На этой окружности радиусом O_2O засекают точки E и D. Продлив отрезки OE и OD до пересечения с окружностью радиуса R, получают точки сопряжения C и B (рис. 89, *г*). Соединяют точки E и D с центром O_1. Из точек C и B параллельно прямым O_1E и O_1D проводят прямые, сопрягающие две окружности. Точки сопряжения на окружности радиуса R_1 можно получить, проведя прямые из точки O_1 перпендикулярно к прямым O_1E и O_1D.

Построение внутренних касательных, сопрягающих две окружности радиусов R и R_1 аналогично (рис. 90, *а*). Из середины отрезка OO_1 — точки O_2 — проводят дугу радиусом O_2O, а из центра O проводят дугу радиусом, равным сумме радиусов заданных окружностей $R + R_1$ (рис. 90, *б*). В пересечении этих окружностей отмечают точки E и D, которые соединяют с точкой O_1. Касательные, сопрягающие две окружности, будут параллельны прямым EO_1 и DO_1 (рис. 90, *в*). Построение точек сопряжения ясно из чертежа.

Построение сопряжения двух дуг окружностей. Сопряжение двух дуг окружностей может быть внешнее и внутреннее.

На рис. 91, *а* показан случай внешнего сопряжения двух дуг окружностей, а на рис. 91, *б* — случай внутреннего сопряжения. Точка сопряжения лежит на прямой, соединяющей центры окружностей. Расстояние между центрами в первом случае должно быть равно сумме радиусов окружностей $R + R_1$, а во втором случае — разности этих радиусов $R - R_1$. В точках сопряжения A окружности имеют общую касательную t.

Построение сопряжения двух дуг окружностей дугой заданного радиуса. Такой вид сопряжения может быть внешним, внутренним и смешанным. При внешнем сопряжении сопрягаемые дуги находятся с внешней стороны дуги сопряжения, т. е. точки сопряжения представляют собой точки перегиба.

На рис. 92 приведен пример построения внешнего сопряжения двух дуг окружностей радиусов R и R_1 при помощи дуги радиуса R_2. Из центра O радиусом $R + R_2$, а из центра O_1 радиусом $R_1 + R_2$ проводят дуги до пересечения в точке

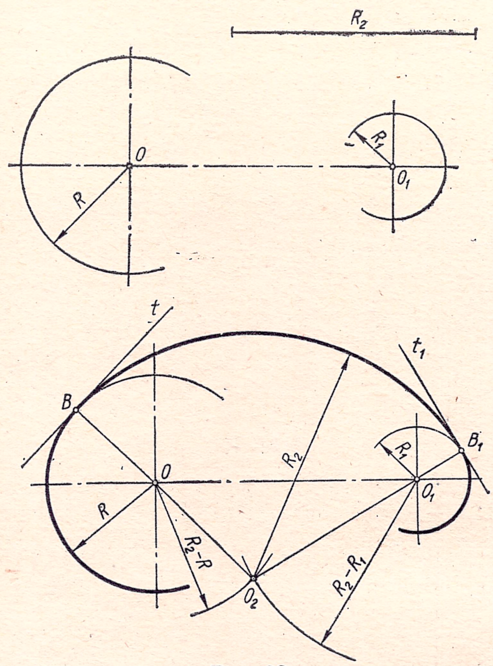


Рис. 93.

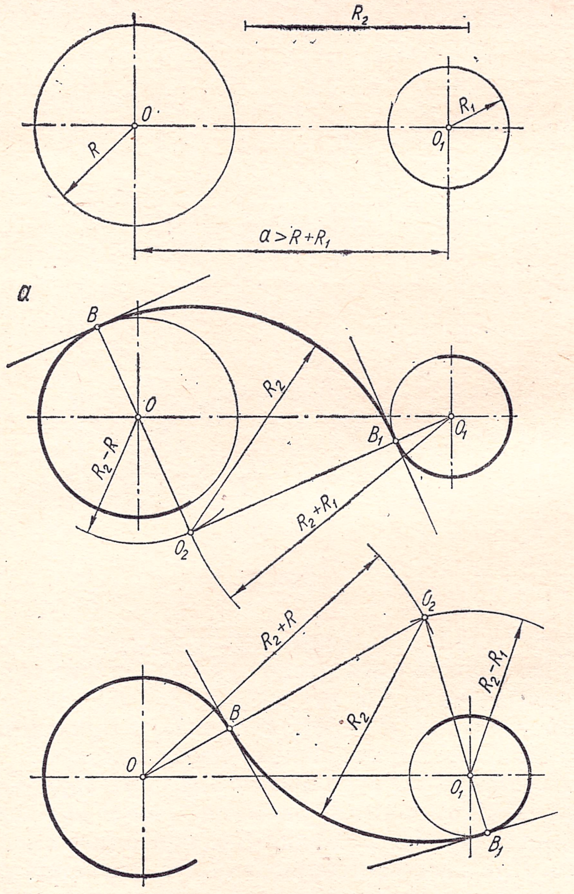


Рис. 94.

O_2 (рис. 92, *а*). Точки сопряжения *B* и *C* лежат на линиях, соединяющих точку O_2 с центрами дуг *O* и O_1. Из точки O_2, как из центра, проводят дугу сопряжения радиусом R_2 (рис. 92, *б*).

Внутреннее сопряжение дуг окружностей при помощи третьей характеризуется тем, что сопрягаемые дуги находятся внутри дуги сопряжения, т. е. дуга сопряжения и сопрягаемые дуги находятся по одну сторону касательных, проведенных через точки сопряжения. Точки сопряжения в этом случае представляют собой точки самоприкосновения. На рис. 93 показано внутреннее сопряжение. Заданы сопрягаемые дуги радиусом *R* и R_1 и радиус сопрягающей дуги R_2. Из центра *O* проводится дуга, радиус которой равен $R_2 - R$, а из центра O_1 — дуга радиусом, равным $R_2 - R_1$ (рис. 93, *а*). В пересечении этих дуг получают точку O_2 — центр дуги сопряжения. Точки сопряжения *B* и B_1 лежат на прямых, соединяющих точку O_2 с центрами заданных окружностей *O* и O_1.

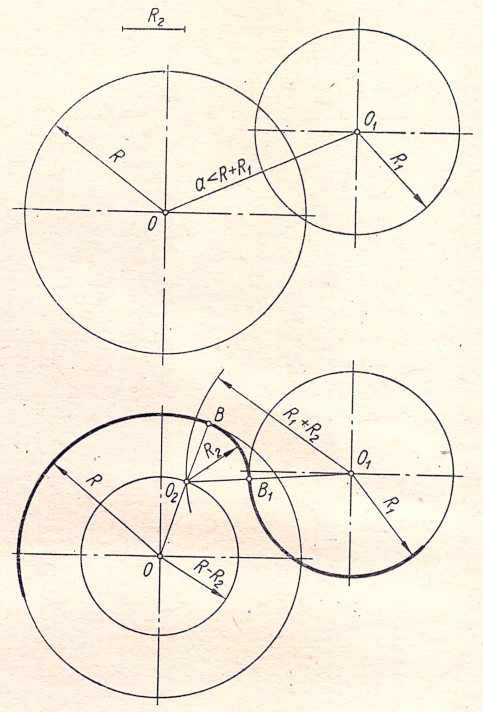


Рис. 95.

Смешанное сопряжение двух данных дуг окружностей третьей дугой характеризуется тем, что одна сопрягаемая дуга находится внутри дуги сопряжения, а другая — вне ее, т. е. одна точка сопряжения является точкой самоприкосновения, а вторая — точкой перегиба.

На рис. 94 показан пример смешанного сопряжения двух дуг окружностей третьей дугой радиуса R_2. Из центра *O* проводится дуга радиусом, равным $R_2 - R$, а из центра O_1 — радиусом, равным $R_2 + R_1$ (рис. 94, *а*). Пересечение проведенных дуг определяет центр дуги сопряжения. Дуга сопряжения с дугой радиуса *R* имеет внутреннее сопряжение, а с дугой радиуса R_1 — внешнее. Точка *B* — точка самоприкосновения, а точка B_1 — точка перегиба.

На рис. 94, *б* построено смешанное сопряжение тех же дуг с той разницей, что теперь дуга сопряжения с дугой радиуса *R* сопрягается внешним, а с дугой радиуса R_1 — внутренним образом. Точка *B* стала точкой перегиба, а точка B_1 — точкой самоприкосновения.

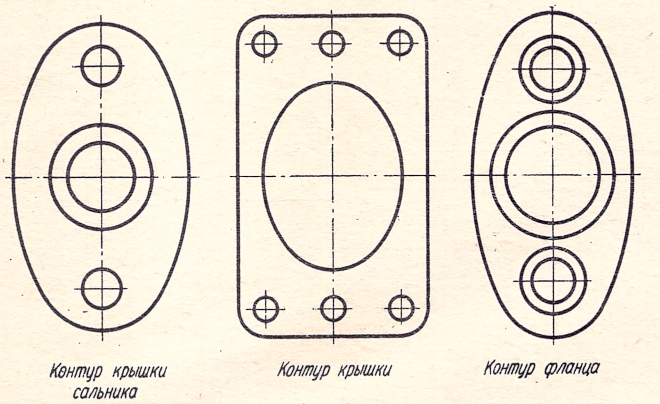


Рис. 96.

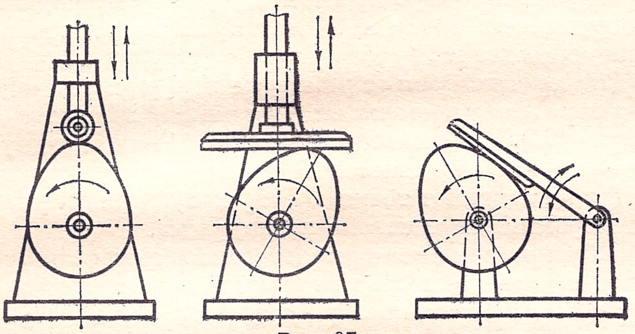


Рис. 97.

На рис. 95 показан случай смешанного сопряжения двух дуг окружностей третьей дугой заданного радиуса R_2, когда расстояние a между центрами дуг меньше суммы их радиусов $R + R_1$. Построения ясны из чертежа.

§ 10. ПОСТРОЕНИЕ КОРОБОВЫХ КРИВЫХ

Плавная, выпуклая кривая линия, состоящая из дуг окружностей разных радиусов, называется коробовой кривой. К числу коробовых кривых относятся овалы и завитки.

Овалы широко применяются в технике при проектировании очертаний машиностроительных деталей: контуров фланцев, крышек (рис. 96), кулачков в кулачковых механизмах (рис. 97), а в строительном деле — при проектировании арок сводов, дверных и оконных проемов и т. д.

Овал — это фигура, состоящая из двух опорных окружностей, внутренне сопряженных дугами.

Если опорные окружности одинакового диаметра, овал представляет собой фигуру, изображенную на рис. 98. Такой овал имеет две оси симметрии. При опорных окружностях разных диаметров овал приобретает вид, изображенный на рис. 99. Такие овалы часто называют овоидами. Овоиды, как видно, имеют только одну ось симметрии.

Построение овала с соприкасающимися опорными окружностями (рис. 100). Из центров опорных окружностей O и O_1 радиусом, равным расстоянию между их центрами, проводят дуги окружностей до пересечения в точках O_2 и O_3.

Если из точек O_2 и O_3 провести прямые через центры O и O_1, то в пересечении с опорными окружностями получим точки сопряжения C, C_1, D и D_1. Из точек O_2 и O_3, как из центров, радиусом R_2 проводят дуги сопряжения.

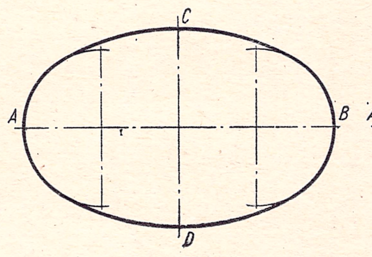


Рис. 98.

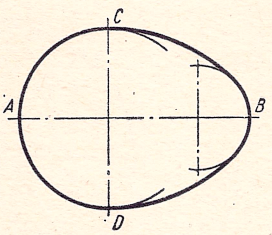


Рис. 99.

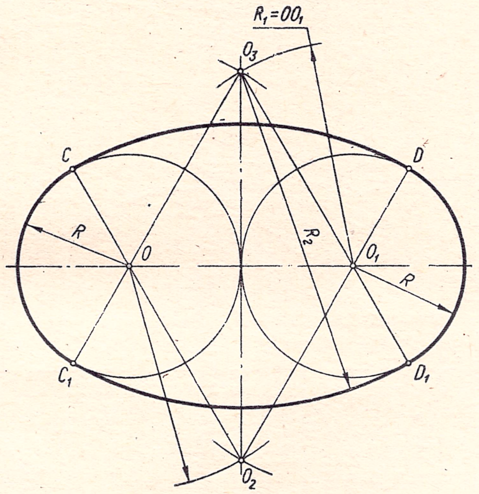


Рис. 100.

Построение овала с пересекающимися опорными окружностями (рис. 101). Из точек пересечения опорных окружностей O_2 и O_3 проводят прямые через центры O и O_1 до пересечения с опорными окружностями в точках сопряжения C, C_1, D и D_1, а радиусами R_2 равными диаметру опорной окружности, дуги сопряжения.

Построение овала по двум заданным осям AB и CD (рис. 102). На вертикальной оси откладывают отрезок OE, равный половине большой оси AB. Из точки C, как из центра, проводят дугу радиусом CE до пересечения с прямой AC в точке E_1. К середине отрезка AE_1 восставляют перпендикуляр и отмечают точки его пересечения с осями овала O_1 и O_2. Строят точки O_3 и O_4, симметричные точкам O_1 и O_2 относительно осей CD и AB. Точки O_1 и O_3 будут центрами опорных окружностей радиуса R_1, равного отрезку O_1A, а точки O_2 и O_4 — центрами дуг сопряжения радиуса R_2, равного отрезку O_2C. Прямые, соединяющие центры O_1 и O_3 с O_2 и O_4, в пересечении с овалом определят точки сопряжения.

Построение овала с опорными окружностями разных диаметров. На рис. 103 показано построение овоида при заданной опорной окружности бо́льшего радиуса R. Из точек A и B, как из центров, проводят дуги сопряжения радиусом R_1, равным диаметру заданной опорной окружности, до пересечения с прямыми, соединяющими точки A и B с концом вертикального диаметра — точкой O_1. Отрезок O_1E и будет радиусом второй

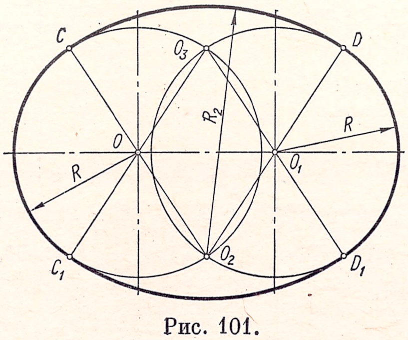


Рис. 101.

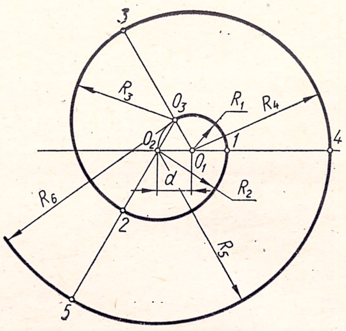


Рис. 107.

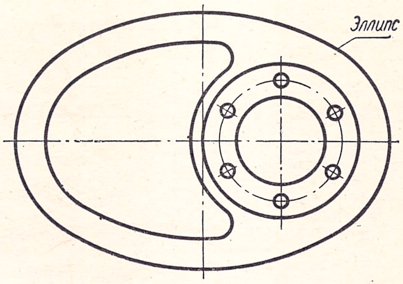


Рис. 108.

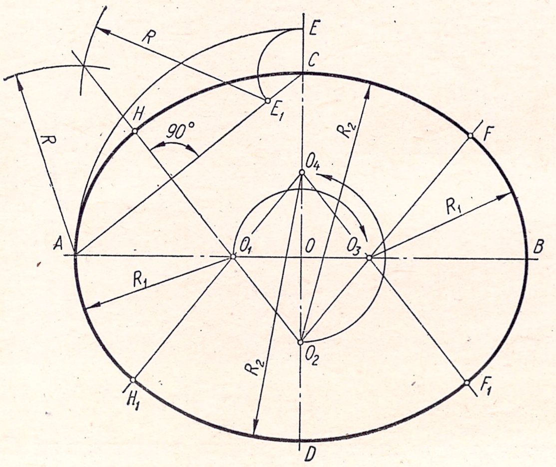


Рис. 102.

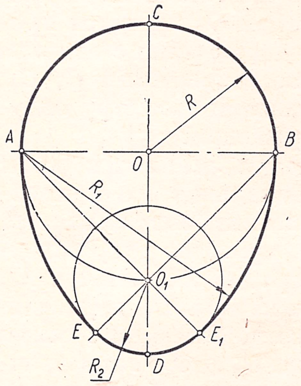


Рис. 103.

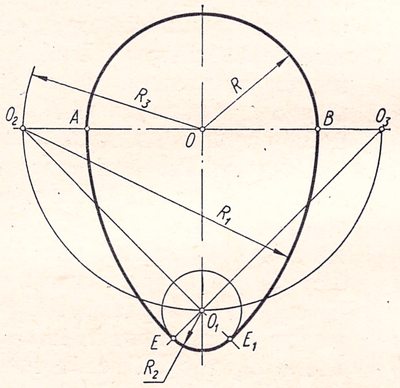


Рис. 104.

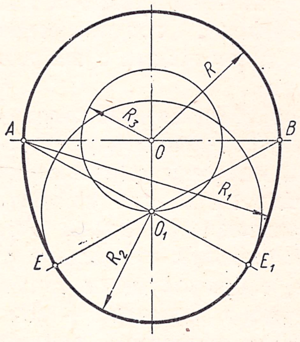


Рис. 105.

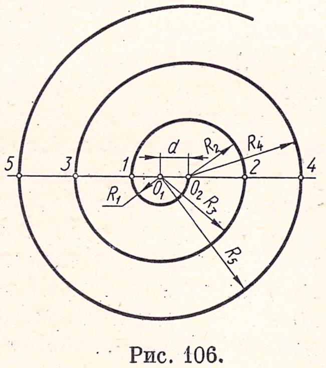


Рис. 106.

опорной окружности. Из точки O_1, как из центра, радиусом $R_2 = O_1E$ проводят дугу второй опорной окружности. Точки A, B, E и E_1 являются точками сопряжения.

Построение овала удлиненной формы с опорными окружностями разных диаметров (рис. 104). Из точки O радиусом R_3 бóльшим радиуса опорной окружности R проводят дугу окружности и отмечают точки O_1, O_2 и O_3. Дальнейшие построения аналогичны предыдущим.

Построение овала укороченной формы с опорными окружностями разных диаметров (рис. 105). Из точки O радиусом R_3, меньшим радиуса опорной окружности R, проводят дугу окружности и отмечают точку O_1. Остальные построения ясны из чертежа.

Построение завитков. Завитком называется спиральная коробовая кривая, вычерченная дугами окружностей различных радиусов. Завитки можно строить при двух и более центрах.

На рис. 106 показано построение завитка при двух центрах, расположенных на расстоянии d. Построение выполняют следующим образом. Из центра O_1 радиусом R_1, равным d, описывают полуокружность. Затем из центра O_2 радиусом R_2, равным $O_2 1$, описывают следующую полуокружность. Далее построение продолжают в той же последовательности, увеличивая радиусы дуг на величину d. Точки сопряжения завитка располагаются на прямой, соединяющей центры дуг окружностей.

На рис. 107 изображен завиток, построенный при трех центрах O_1, O_2 и O_3, являющихся вершинами равностороннего треугольника со стороной d. Стороны треугольника продлевают. Из центра O_1 радиусом R_1, равным d, проводят дугу $O_3 1$. Затем из центра O_2 радиусом R_2, равным $2d$, проводят дугу $1—2$. И далее в той же последовательности.

§ 11. ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕКАЛЬНЫХ КРИВЫХ

Лекальные кривые применяются при построении очертаний многих технических деталей: профилей зубьев, кулачков, эксцентриков, подшипников, фланцев, кронштейнов, крышек и др.

Лекальные кривые нельзя провести с помощью циркуля. Чтобы их построить, определяют ряд точек, которые соединяют кривой при помощи лекал. К числу лекальных можно отнести кри-

вые второго порядка (эллипс, параболу, гиперболу), циклоидальные кривые (циклоиду, эпициклоиду, гипоциклоиду, кардиоиду, эвольвенту) и др.

На рис. 108 показан контур кулачка, представляющий собой эллипс, на рис. 109 — контуры ребер кронштейнов, выполненных по параболе, на рис. 110 представлена гайка, линии пересечения граней которой с конической фаской изображаются гиперболами. На рис. 111 изображен шнек, контур которого выполнен по синусоиде, а на рис. 112 — контур эксцентриковой рукоятки зажимного приспособления, представляющий собой спираль Архимеда.

§ 12. КРИВЫЕ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Алгебраические кривые линии, имеющие в системе декартовых координат уравнения второй степени, называют кривыми линиями второго порядка. Признаком кривой линии второго порядка является также и то, что прямая линия пересекает ее в двух точках. Кривые линии второго порядка могут быть получены при пересечении прямого кругового конуса плоскостью и поэтому часто называются коническими сечениями. Если плоскость не проходит через вершину и пересекает все образующие конуса, в сечении получается эллипс, в частном случае — окружность. Если секущая плоскость параллельна одной из образующих конуса, то она пересекает его по параболе, а при параллельности двум образующим в сечении получается гипербола.

Эллипсом называется геометрическое место точек плоскости, сумма расстояний от каждой из которых до двух данных точек F и F_1 (фокусов) этой плоскости есть величина постоянная, бо́льшая, чем расстояние между фокусами, и равная $2a$ (рис. 113), т. е. $FE + EF_1 = 2a$. Расстояние $2c$ между фокусами F и F_1 эллипса называется фокусным. Точка пересечения осей эллипса называется его центром, а точки пересечения осей с эллипсом — его вершинами. Отрезки, соединяющие противоположные вершины эллипса, равные соответственно $2a$ и $2b$, называются большой и малой его осями. Отрезки, соединяющие фокусы эллипса с точками кривой, называются радиусами-векторами. Уравнение эллипса имеет вид:

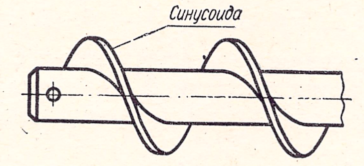


Рис. 111.

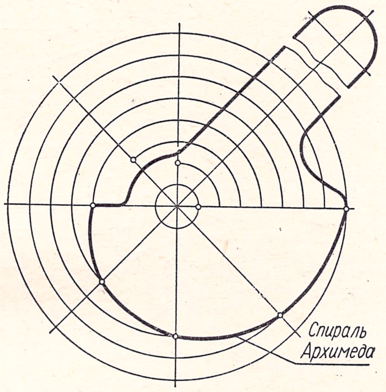


Рис. 112.

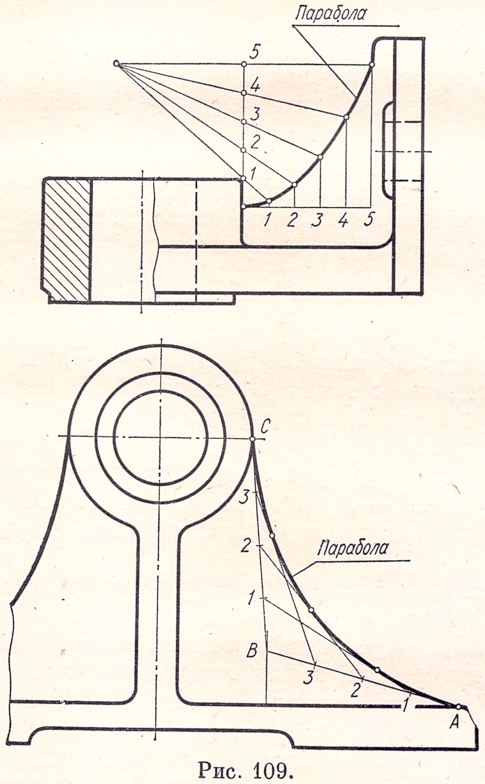


Рис. 109.

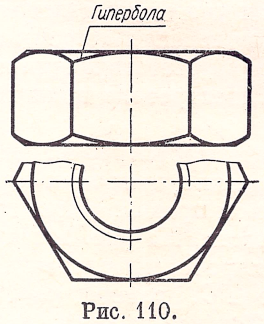


Рис. 110.

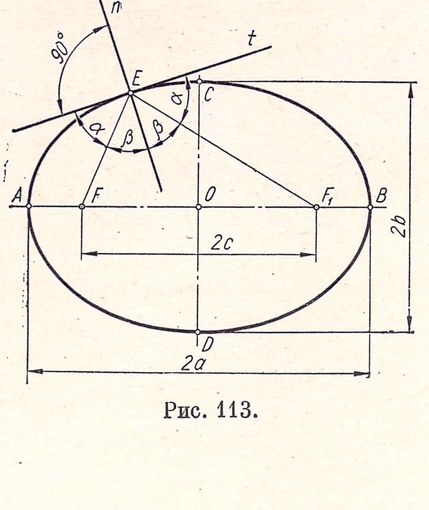


Рис. 113.

$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$, где $b^2 = a^2 - c^2$. Касательная t к эллипсу составляет равные углы α с радиусами-векторами точки касания E, а нормаль n делит угол между радиусами-векторами пополам.

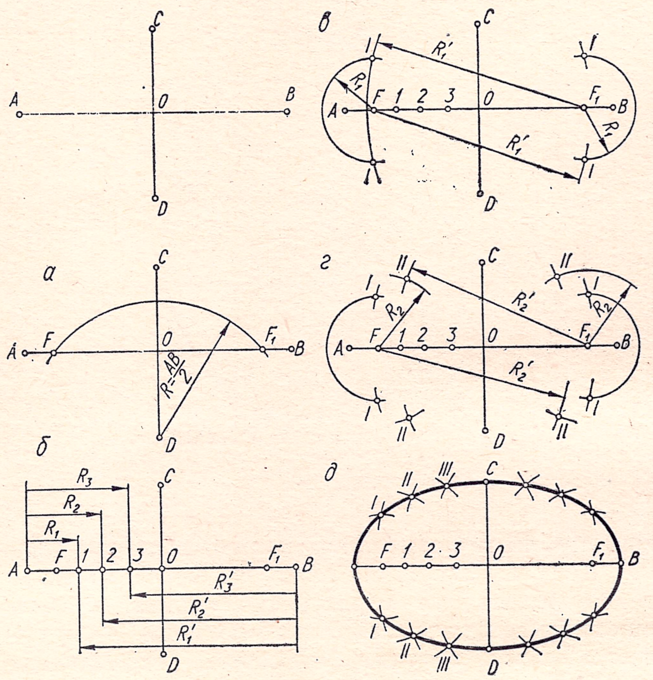


Рис. 114.

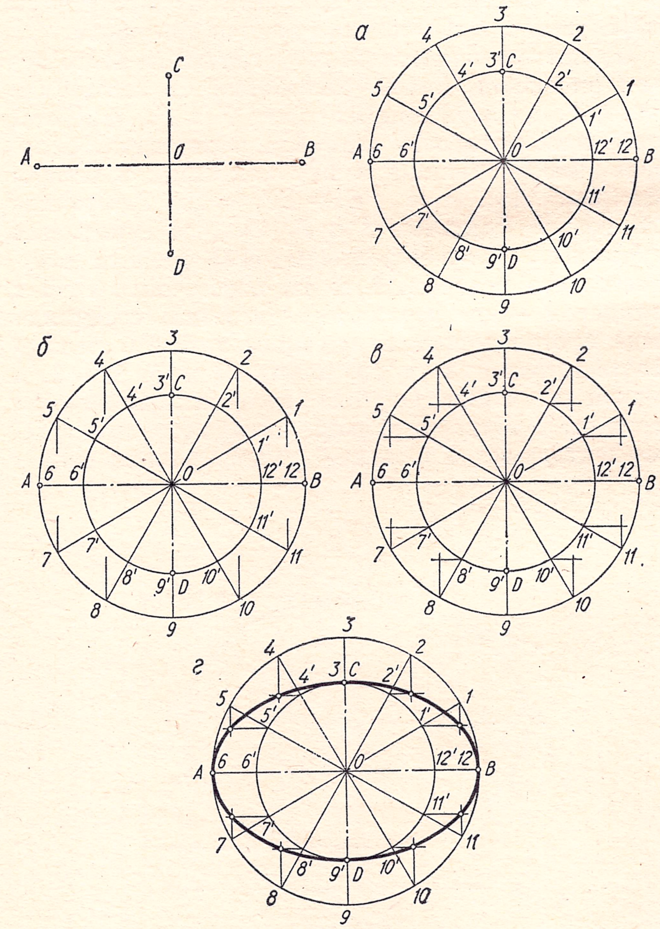


Рис. 115.

Существует несколько способов построения эллипса.

Построение эллипса по двум его осям.

Способ 1. Заданы оси эллипса AB и CD (рис. 114). Из точки D, как из центра, радиусом, равным половине большой оси, проводят дугу окружности и определяют фокусы эллипса (рис. 114, *а*). Затем между точками F и O выбирают ряд произвольных точек *1, 2, 3* (рис. 114, *б*) и отмечают расстояния до них от точек A и B (R_1 и R_1'; R_2 и R_2'; R_3 и R_3'). Далее с помощью засечек дуг соответствующих радиусов строят точки I, II, III эллипса (рис. 114, *в, г, д*). Соединив полученные точки плавной кривой с помощью лекал, получают эллипс.

Способ 2. В этой задаче использованы свойства эллипса как проекции окружности. Из центра эллипса проводят две окружности, диаметры которых равны большой и малой осям эллипса (рис. 115, *а*). Из центра эллипса проводят пучок лучей до пересечения с окружностями в точках *1, 2, 3, 4* ... и *1', 2', 3', 4'* ... Из точек *1, 2, 3, 4* ... проводят прямые, параллельные малой оси эллипса (рис. 115, *б*), а из точек *1', 2', 3', 4'*...— параллельные большой оси (рис. 115, *в*). Пересечение соответствующих пар этих прямых определит ряд точек, соединив которые плавной кривой, получают заданный эллипс (рис. 115, *г*).

Построение эллипса по сопряженным диаметрам (рис. 116). Сопряженными диаметрами эллипса называются такие два диаметра, каждый из которых делит пополам хорды эллипса, параллельные другому диаметру. Сопряженные диаметры эллипса можно рассматривать как проекции взаимно-перпендикулярных диаметров окружности. Пусть диаметрам окружности $A'B'$ и $C'D'$ соответствуют сопряженные диаметры эллипса AB и CD. Соединяют точку C' с точкой C. Из произвольных точек *1* и *2* окружности проводят прямые, параллельные этому отрезку, а из оснований перпендикуляров, опущенных из точек на диаметр $A'B'$,— прямые, параллельные OC. В пересечении получают точки, принадлежащие эллипсу.

Построение эллипса по сопряженным диаметрам может быть осуществлено и таким способом (рис. 117). Через концы сопряженных диаметров проводят прямые, параллельные им. Таким образом получают параллелограмм $KLMN$. Сопряженный диаметр DC и сторону параллелограмма KL делят на произвольное, но одинаковое число равных частей. Из точек A и B проводят лучи соответственно через точки деления сопряженного диаметра и точки деления стороны параллелограмма. Пересечение соответствующих лучей определит точки эллипса. Построение нижней части эллипса аналогично.

Параболой называется геометрическое место точек плоскости, равноудаленных от заданной точки (фокуса) и данной прямой (директрисы), лежащих в той же плоскости. На рис. 118 взята произвольная точка C параболы, удаленная от фокуса F на расстояние FC, равное расстоянию CD до директрисы l. Так как вершина параболы O также

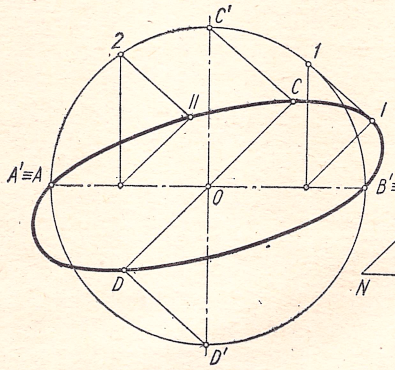


Рис. 116.

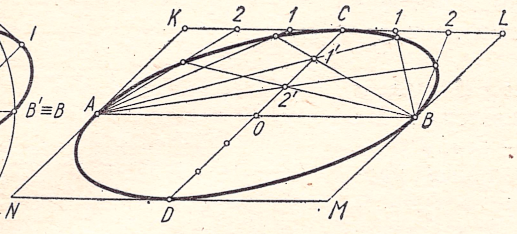


Рис. 117.

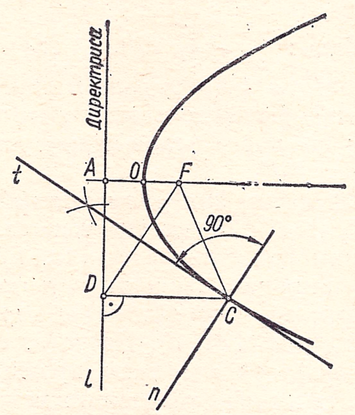


Рис. 118.

равноудалена от фокуса и директрисы, то $FO = OA = \frac{p}{2}$, где p — расстояние от фокуса до директрисы. Простейшее уравнение параболы в прямоугольных декартовых координатах: $y^2 = 2px$, а ее директрисы: $x = -\frac{p}{2}$.

Касательная t к параболе, например, в точке C будет биссектрисой угла между радиусом-вектором FC и отрезком CD или, что то же самое, перпендикулярна к отрезку FD, а нормаль n перпендикулярна к касательной t.

Построение параболы по заданному фокусу и директрисе (рис. 119). Через фокус F параболы (рис. 119, *а*) проводят ее ось перпендикулярно к директрисе. Разделив отрезок FA пополам, определяют вершину параболы O. На оси от точки O в направлении фокуса намечают ряд произвольных точек на постепенно увеличивающемся расстоянии, через которые проводят прямые, параллельные директрисе (рис. 119, *б*). Из фокуса, как из центра, проводят дуги окружностей радиусами, равными расстоянию между соответственными вертикальными прямыми и директрисой. В пересечении дуг окружностей с соответственными вертикальными прямыми получим точки, принадлежащие параболе. Соединяя эти точки плавной линией, получаем кривую параболы (рис. 119, *в*).

Построение параболы по вершине О, оси и хорде ВС (рис. 120). Отрезок OD по оси параболы делят на любое число равных частей. Из точек деления проводят прямые (рис. 120, *а*), параллельные отрезкам OC и OB, до пересечения с хордой BC (отрезки DC и DB разделятся также на соответствующее число равных частей). Из точек хорды *1', 2', 3', 4'* проводят прямые, параллельные оси параболы (рис. 120, *б*). Из концов хорды (точек B и C) проводят лучи через точки на оси *1, 2, 3, 4* до пересечения с соответствующими прямыми, параллельными оси параболы. Соединяя по лекалу точки B, *IV, III* и т. д., получают кривую параболы (рис. 120, *в*).

Построение параболы по приведенным выше данным можно также выполнить следующим образом (рис. 121). Из точек O и B проводят взаимно перпендикулярные прямые до пересечения в точке K (рис. 121, *а*). Отрезки OK и BK делят на одинаковое число равных частей. Из точки O проводят лучи в точки деления на отрезке BK (рис. 121, *б*), а из точек деления на отрезке OK — прямые, параллельные оси параболы. В пересечении соответственных прямых получают точки параболы (рис. 121, *в*).

Построение параболы, касательной в точках А и С к двум прямым, пересекающимся в точке В (рис. 122). Отрезки AB и BC делят на одинаковое число равных частей. На чертеже показаны пересекающиеся прямые под тупым и острым углом (рис. 122, *а*). Одноименные точки соединяют прямыми линиями (рис. 122, *б*). При помощи лекала проводят огибающую кривую — параболу, касательную к проведенным отрезкам (рис. 122, *в*).

Гипербола — это геометрическое место точек плоскости, разность расстояний которых до двух данных точек (фокусов) этой плоскости постоянна и равна $2a$ (рис. 123). Расстояние между вершинами ветвей гиперболы A и A_1 также равно $2a$. Если на гиперболе взять произвольную точку E, то $F_1E - FE = 2a$. Гипербола имеет две оси (x — действительная, y — мнимая) и две асимптоты m — прямые, с которыми ветви гиперболы пересекаются в несобственных точках. Расстояние между фокусами гиперболы FF_1 называется фокусным расстоянием и равно $2c$. Уравнение

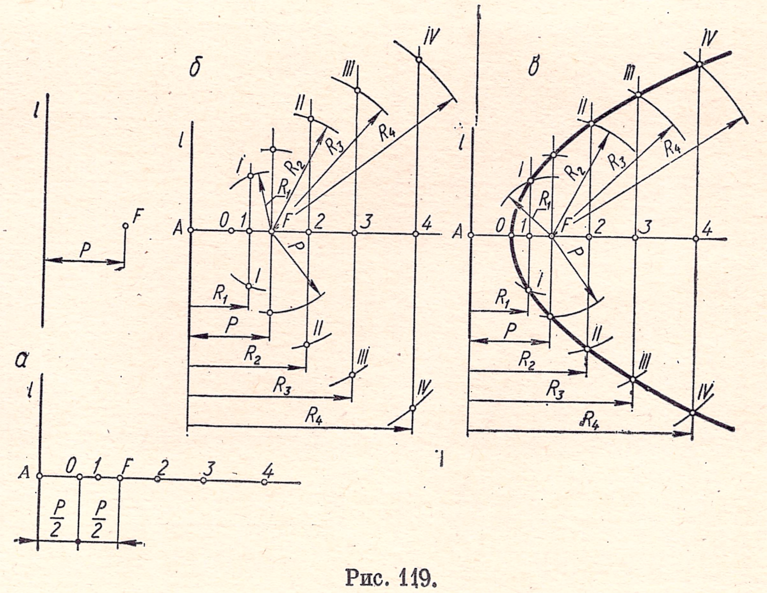


Рис. 119.

гиперболы: $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$, где $b = \sqrt{c^2 - a^2}$.

Касательная t и нормаль n гиперболы в точке E являются биссектрисами соответственно внутреннего и внешнего углов между радиусами-векторами FE и F_1E.

Построение гиперболы по заданным фокусам F и F_1 (рис. 124) вытекает из ее определения. Из середины фокусного расстояния FF_1 — точки O — в обе стороны откладывают произвольные равные отрезки, определяющие вершины гиперболы A и A_1 (рис. 124, *а*). Влево от точки F на действительной оси намечают произвольные точки *1, 2, 3* ... так, чтобы расстояния между ними увеличивались по мере удаления от фокуса (рис. 124, *б*). Определяют расстояния от точек A и A_1 до точек *1, 2, 3* ... (рис. 124, *в*). Из фокусов F и F_1 радиусами $R_1 = A1$ и $R_1^1 = A_11$ проводят дуги до взаимного пересечения и получают четыре точки на

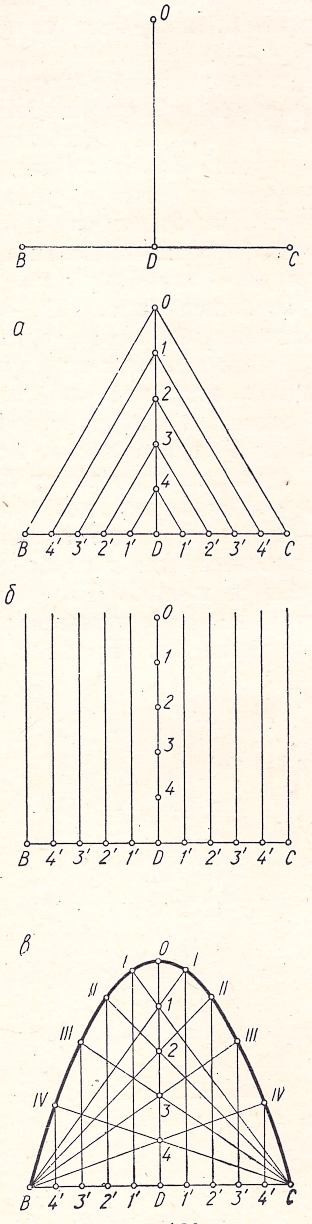


Рис. 120.

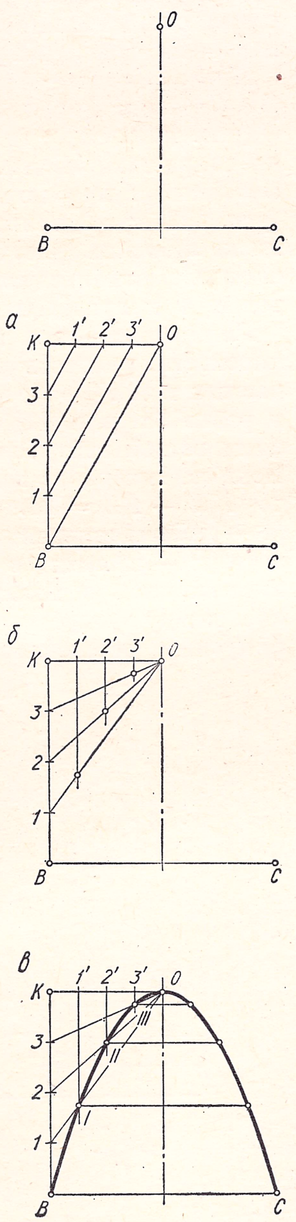


Рис. 121.

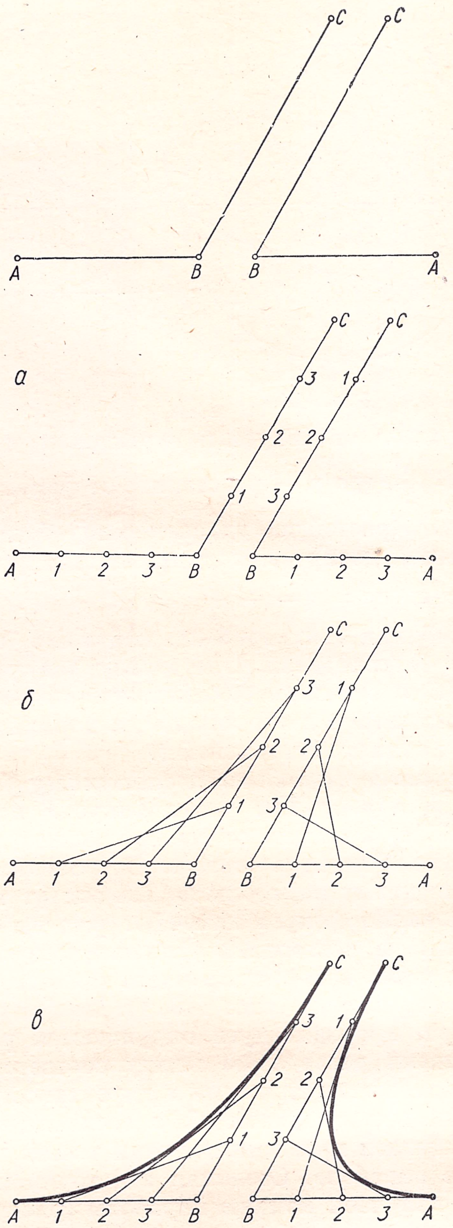


Рис. 122.

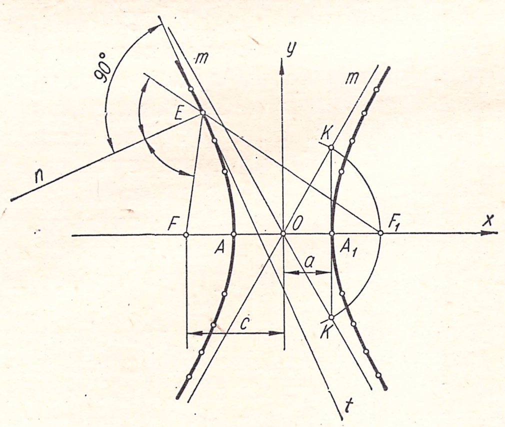


Рис. 123.

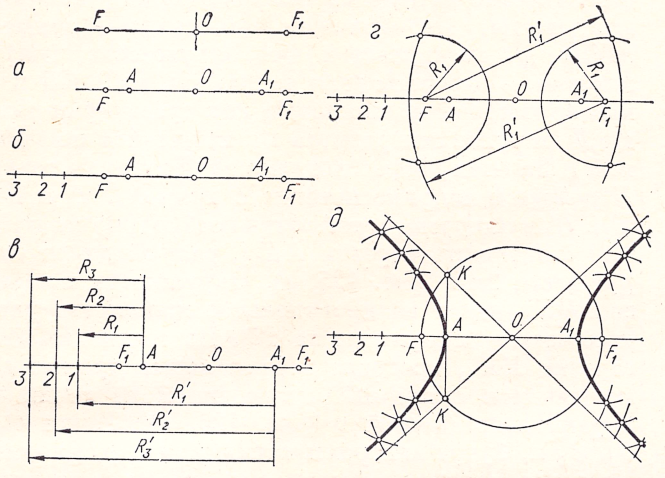


Рис. 124.

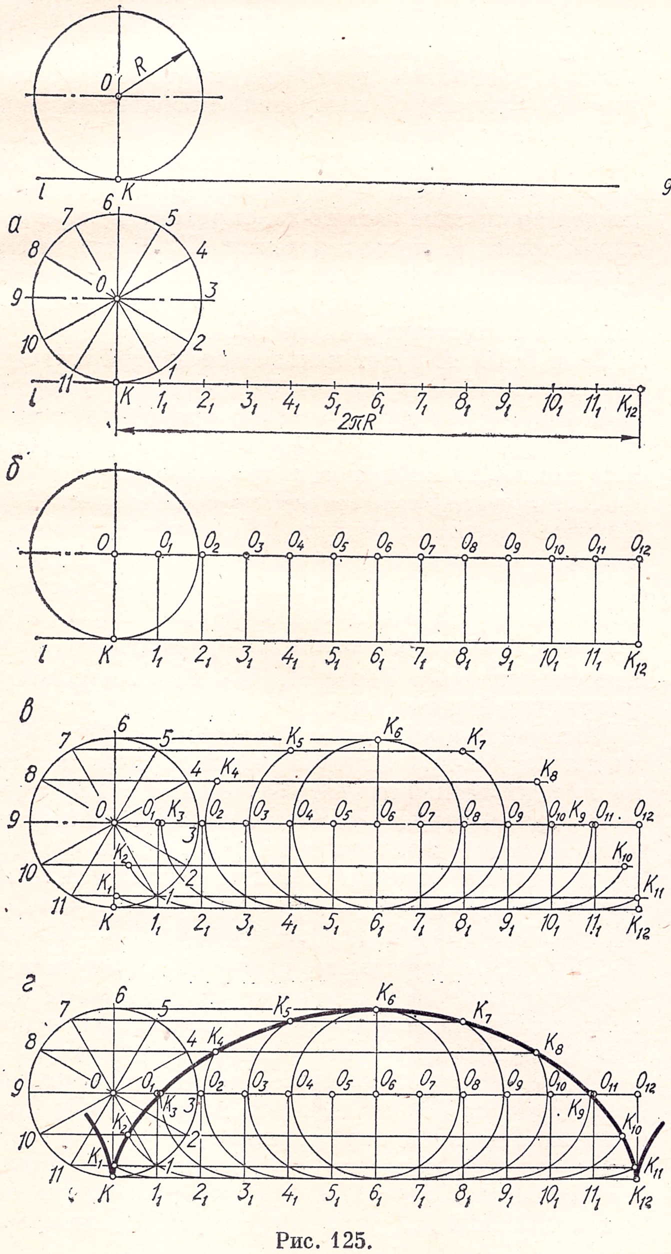


Рис. 125.

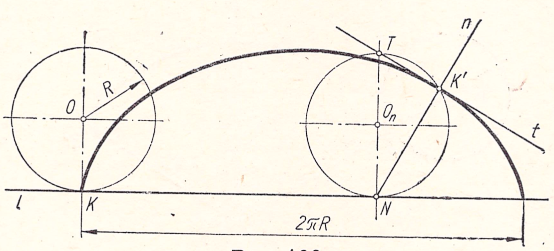


Рис. 126.

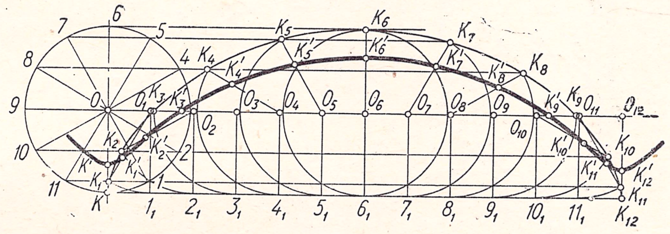


Рис. 127.

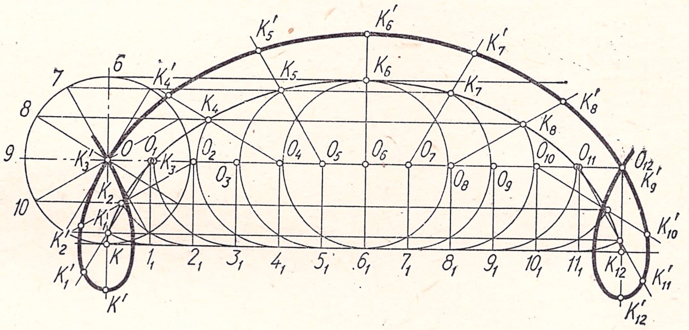


Рис. 128.

двух ветвях гиперболы (рис. 124, *г*). В той же последовательности проводят из фокусов дуги радиусами, равными $A2$ и $A_1 2$; $A3$ и $A_1 3$ ..., и получают еще ряд точек гиперболы (рис. 124, *д*).

Асимптоты гиперболы строятся следующим образом. Из центра гиперболы O проводят окружность радиусом OF, а через вершину A — прямую, перпендикулярную к действительной оси гиперболы, до пересечения с окружностью в точках K. Прямые, проходящие через эти точки и точку O, будут асимптотами гиперболы.

§ 13. ЦИКЛОИДАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ

Если кривая линия получена в результате движения какой-либо точки по определенному закону, ее называют кинематической кривой. Такую кривую линию можно определить как траекторию точки, связанной неизменно с некоторой подвижной кривой линией (подвижной центроидой), которая катится без скольжения по неподвижной кривой линии (неподвижной центроиде).

Кривые линии, построенные при помощи центроид дуг окружностей, называются циклоидальными.

Построение циклоид. Циклоидой называется кривая, у которой подвижная центроида — окружность, а неподвижная — прямая линия, или, что то же самое, кривая, образованная точкой

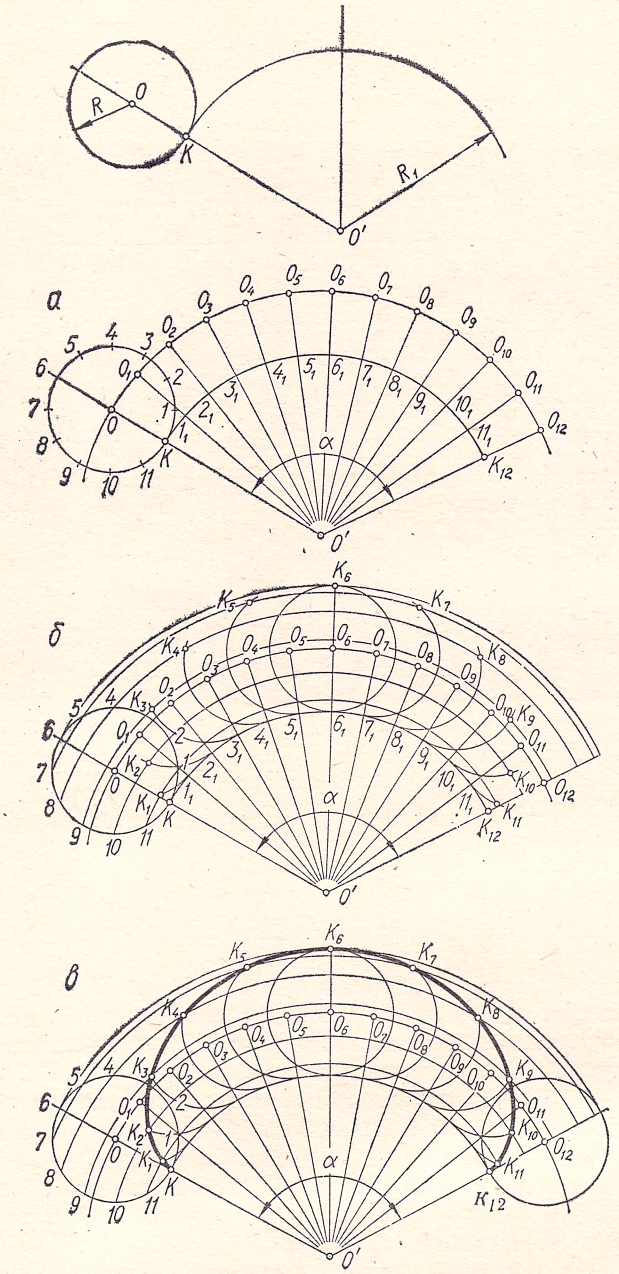


Рис. 129.

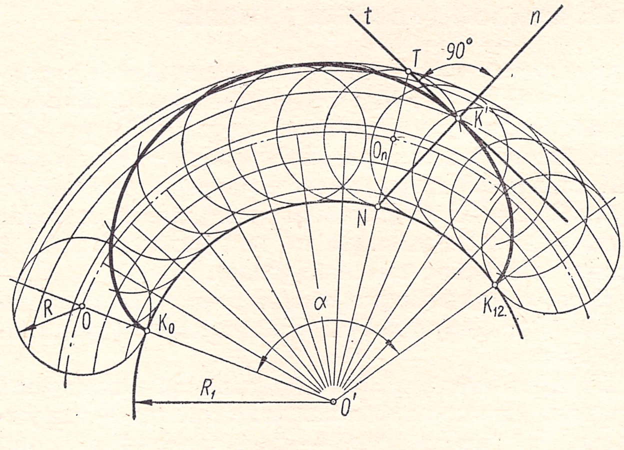


Рис. 130.

окружности, катящейся без скольжения по прямой линии. Неподвижная центроида — прямая линия, рассматривается как окружность, центр которой — несобственная точка. На рис. 125 показано построение циклоиды как траектории точки K окружности радиуса R, катящейся по прямой l. За один оборот подвижной центроиды точка K войдет в соприкосновение с прямой l в точке K_{12}. Для получения этой точки необходимо на прямой l отложить отрезок KK_{12}, равный длине окружности $2\pi R$ (рис. 125, *а*). Окружность и отрезок KK_{12} делят на произвольное количество равных частей (например, на 12). Из точек деления отрезка KK_{12} проводят вертикальные прямые до пересечения с прямой, проведенной из точки O параллельно прямой l (рис. 125, *б*). Точки O_1, O_2, O_3 ... будут центрами катящейся окружности. Из точек деления окружности проводят прямые параллельные прямой l (рис. 125, *в*). Пересечение этих прямых с соответствующими дугами окружностей радиуса R, проведенных из центров O_1, O_2, O_3 ..., определит точки циклоиды (рис. 125, *г*).

Если подвижная центроида продолжает качение по прямой l, построение новой ветви циклоиды повторяется.

Нормаль и касательная к циклоиде в точке K' (рис. 126) строятся следующим образом. Определяется положение катящейся окружности, при которой точка K придет в точку K'. Через центр окружности O_n проводят вертикальный диаметр. Прямая NK' будет нормалью, а TK' — касательной к циклоиде в точке K'.

Если точка K будет находиться внутри или вне производящей окружности (подвижной центроиды), она опишет соответственно укороченную или удлиненную циклоиду. Удлиненные и укороченные циклоиды называются трохоидами.

Построение укороченной циклоиды (рис. 127). Точка K' лежит на радиусе OK. Строят точки нормальной циклоиды и на радиусах, соединяющих центры O_1, O_2, O_3 ... катящейся окружности с соответствующими им точками K_1, K_2, K_3 ... нормальной циклоиды, откладывают отрезки, равные отрезку OK'. Точки K_1', K_2', K_3' ... определят укороченную циклоиду.

Построение удлиненной циклоиды (рис. 128). Точка K' лежит вне производящей окружности на продолжении радиуса OK. Как и в предыдущем случае, строят точки нормальной циклоиды и на прямых, проходящих через центры O_1, O_2, O_3 ... катящейся окружности и соответствующие им точки K_1, K_2, K_3 ..., откладывают от точек O_1, O_2, O_3 ... отрезки, равные отрезку OK'. Точки K_1', K_2', K_3' ... определят удлиненную циклоиду.

Построение эпициклоиды. Эпициклоидой называется циклоидальная кривая, у которой центроиды (окружности данных радиусов) находятся во внешнем соприкосновении. Подвижная окружность катится без скольжения по наружной стороне неподвижной окружности.

На рис. 129 показано построение эпициклоиды при заданных подвижной (окружность радиуса R) и неподвижной (окружность радиуса R_1) центрои-

дах. Соединив центры окружностей, определяют точку K — начало эпициклоиды. От точки K на окружности радиуса R_1 откладывают дугу KK_{12}, равную длине окружности радиуса R (рис. 129, *а*). Это построение можно выполнить двумя способами: 1) делить окружность радиуса R на произвольное количество равных частей (например, на 12) и затем на дуге KK_{12} откладывать такие же части; 2) определить центральный угол α дуги KK_{12} по формуле $\alpha = \frac{360° \cdot R}{R_1}$. Дугу KK_{12} делят на такое же количество равных частей, как и окружность.

Через точки деления проводят лучи из точки O' до пересечения с дугой окружности радиуса $O'O$. Точки O_1, O_2, O_3 ... будут центрами катящейся окружности радиуса R. Через точки деления *1*, *2*, *3* ... окружности радиуса R проводят концентрические дуги из центра O' неподвижной окружности (рис. 129, *б*). В пересечении этих дуг с соответствующими окружностями, проведенными из центров O_1, O_2, O_3 ..., определяют точки эпициклоиды (рис. 129, *в*).

Нормаль n в точке K' эпициклоиды (рис. 130) проходит через точку N соприкосновения центроид, а касательная t — через точку T, лежащую на линии центров $O'O_n$.

Построение удлиненной или укороченной эпициклоиды (их называют эпитрохоидами) выполняется по аналогии с построением удлиненной или укороченной циклоид.

В зависимости от соотношения радиусов подвижной и неподвижной центроид эпициклоида будет иметь различное количество точек, лежащих на неподвижной центроиде. Если радиус подвижной центроиды равен радиусу неподвижной центроиды, эпициклоида будет иметь только одну такую точку (рис. 131). Такая эпициклоида называется кардиоидой. Укороченные или удлиненные кардиоиды называются улитками Паскаля. Если радиус подвижной центроиды равен $\frac{1}{2}$; $\frac{1}{3}$; $\frac{1}{4}$ радиуса неподвижной центроиды, таких точек будет соответственно 2, 3, 4...

Построение гипоциклоиды. Гипоциклоидой называется циклоидальная кривая, у которой центроиды (окружности данных радиусов) находятся во внутреннем соприкосновении. Подвижная окружность катится без скольжения по внутренней стороне неподвижной окружности. Построение гипоциклоиды аналогично построению эпициклоиды и понятно из рис. 132.

Нормаль n в точке K' гипоциклоиды (рис. 133) проходит через точку N соприкосновения центроид, а касательная t — через точку T, лежащую на линии центров $O'O_n$. Удлиненные или укороченные гипоциклоиды называются гипотрохоидами. Так же как и для эпициклоиды, количество точек гипоциклоиды, лежащих на неподвижной окружности, зависит от соотношения радиусов подвижной и неподвижной центроид. На рис. 134 показана гипоциклоида, у которой $\frac{R}{R_1} = \frac{1}{3}$. Гипоциклоиду, у которой $\frac{R}{R_1} = \frac{1}{4}$, называют астроидой. Гипоциклоида, у которой $\frac{R}{R_1} = \frac{1}{2}$, трансформируется в прямую линию.

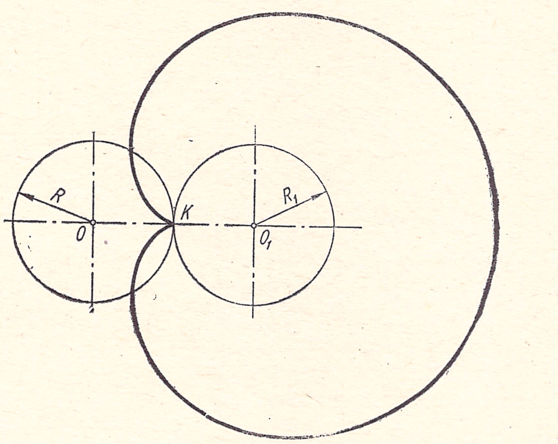


Рис. 131.

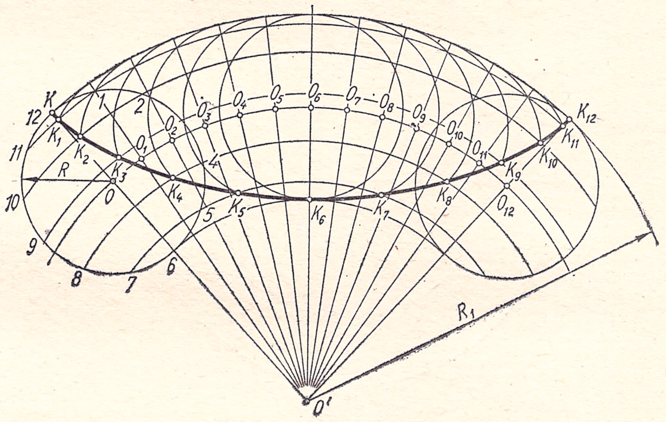


Рис. 132.

Построение эвольвенты. Эвольвентой окружности называется кривая, которую описывает точка прямой линии, катящейся без скольжения по неподвижной окружности. В этом случае неподвижная центроида — окружность, а подвижная — прямая линия (окружность, центр которой — несобственная точка).

Построение эвольвенты выполняется следующим образом (рис. 135). Делят окружность радиуса R на определенное количество равных частей (например, на 8). Из точек деления *1*, *2*, *3* ... проводят касательные к окружности, на которых откладывают соответственно одну, две, три и т. д. части окружности. Точки K_1, K_2, K_3 ... будут принадлежать эвольвенте. Касательная, проведенная из последней точки деления *8* (она же точка K), будет равна длине окружности. Поэтому часто эвольвенту называют еще разверткой окружности. Нормаль эвольвенты в точке K' представляет собой касательную к окружности в точке N, проведенную из точки K'. Касательная t в точке K' перпендикулярна к нормали n. В технике эвольвенту применяют при профилировании зубчатых колес. На рис. 136 показано зацепление зубьев двух зубчатых колес. Утолщенной линией выделены участки профилей зубьев, выполненных по эвольвенте.

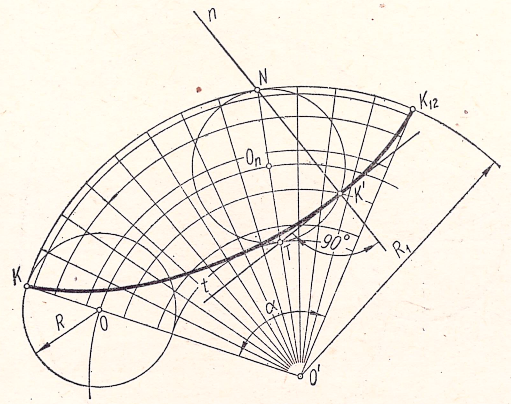


Рис. 133.

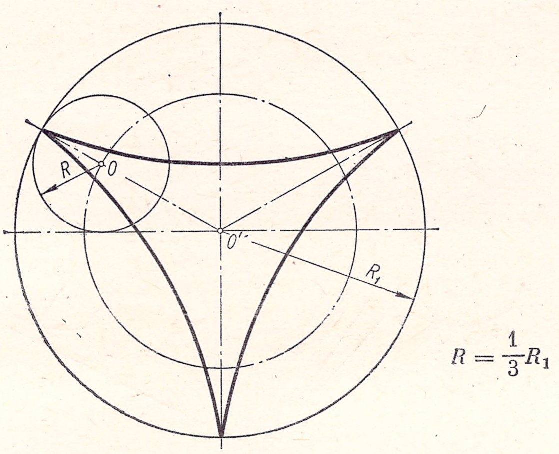


Рис. 134.

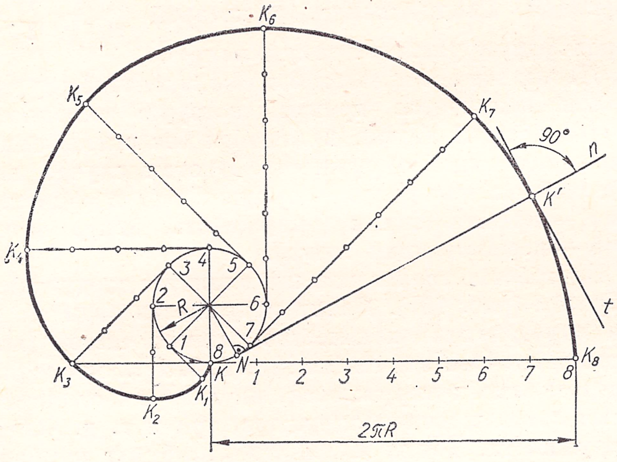


Рис. 135.

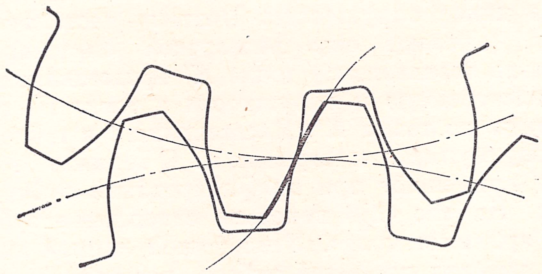


Рис. 136.

§ 14. НЕКОТОРЫЕ ДРУГИЕ ЛЕКАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ

Построение синусоиды. Синусоидой называется плоская кривая, графически изображающая изменение синуса в зависимости от изменения его аргумента (угла). Уравнение синусоиды: $y = \sin x$.

Для построения синусоиды окружность диаметра d делят на произвольное количество равных частей (например, на 12) и отмечают точки *1*, *2*, *3* ... (рис. 137, *а*). На продолжении горизонтального диаметра окружности от произвольной точки K (на рис. 137, *а* точка K совпадает с точкой *12* окружности) откладывают отрезок, равный длине окружности. Делят этот отрезок на такое же количество равных частей и отмечают точки $1', 2', 3'$ .... Из точек деления окружности *1*, *2*, *3* ... проводят горизонтальные прямые до пересечения с соответствующими перпендикулярами, восставленными из точек $1', 2', 3'$ ... (рис. 137, *б*). Точки K_1, K_2, K_3... принадлежат синусоиде (рис. 137, *в*).

Касательную t к синусоиде в точке K' строят следующим образом (рис. 138). Из точки K' проводят прямую, параллельную оси Ox, до пересечения с окружностью в точке K. Через точку K проводят касательную к окружности, на которой откладывают отрезок KN, равный длине дуги KE. Из точки N проводят прямую, параллельную оси Ox, до пересечения с перпендикуляром, восставленным из точки E' пересечения синусоиды с осью

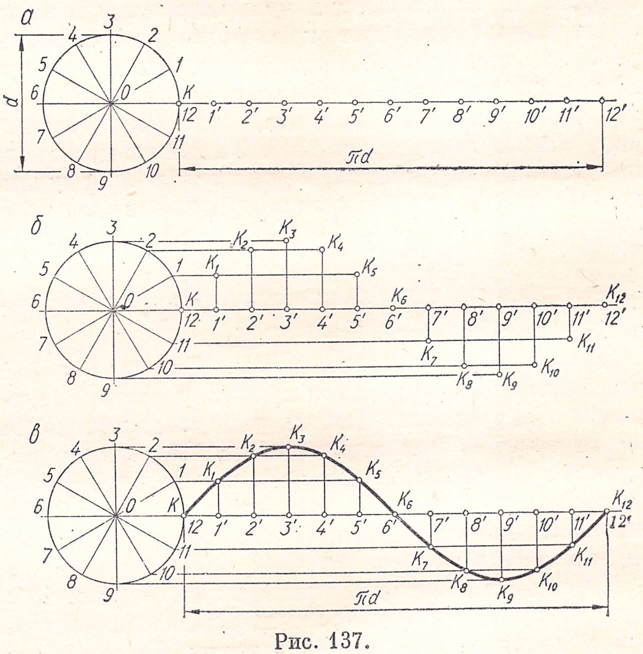


Рис. 137.

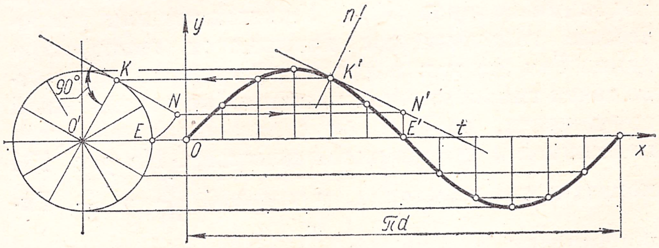


Рис. 138.

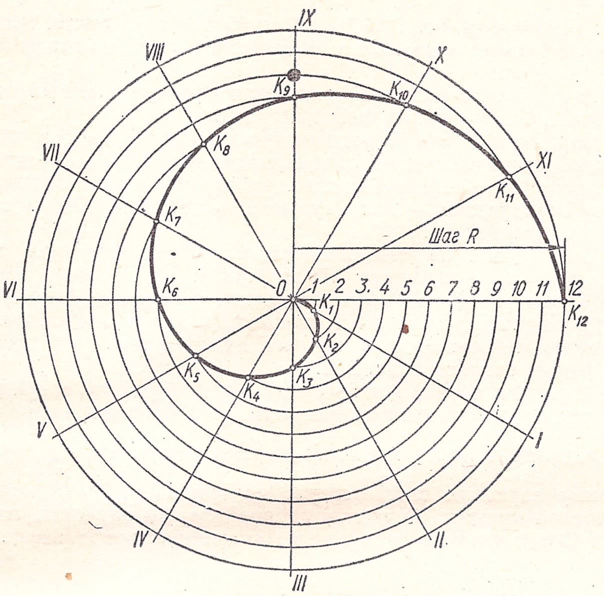


Рис. 139.

Ox. Соединив полученную точку N' с точкой K', получают искомую касательную t. Нормаль n синусоиды в точке K' будет перпендикулярна к касательной t.

Синусоида применяется при изучении разнообразных периодических процессов, при построении проекций винтовых линий (см. рис. 111), при конструировании профилей кулачков и т. д.

Построение спирали Архимеда. Спиралью Архимеда называется плоская кривая, образованная траекторией точки, которая равномерно движется по радиусу-вектору и одновременно равномерно вращается вокруг неподвижного центра. Расстояние, на которое удалится движущаяся точка от центра при ее повороте на 360°, называется шагом спирали.

Уравнение спирали Архимеда в полярной системе координат:

$$\rho = a\varphi,$$

где ρ — радиус-вектор,
a — коэффициент пропорциональности,
φ — угол поворота радиуса-вектора. Коэффициент пропорциональности устанавливается из равенства: $a = \frac{R}{2\pi}$, где R — шаг спирали.

Спираль Архимеда имеет две ветви: при положительном значении φ спираль раскручивается против часовой стрелки, а при отрицательном — по ходу часовой стрелки.

Если задан шаг спирали Архимеда, то строят ее следующим образом (рис. 139). Радиусом, равным шагу спирали R, проводят окружность. Делят окружность и шаг на одинаковое количество равных частей (например, на 12). Пересечение концентрических окружностей, проведенных радиусом $O1$, $O2$, $O3$ ..., с лучами OI, OII, $OIII$ ... определит точки спирали Архимеда K_1, K_2, K_3... .

Для построения касательной и нормали в любой точке спирали необходимо предварительно определить так называемую окружность деления

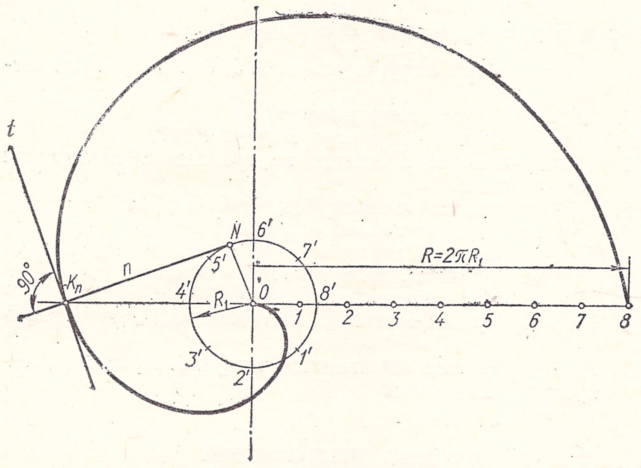


Рис. 140.

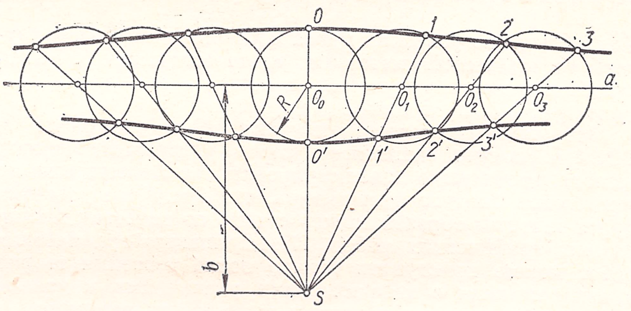


Рис. 141.

(рис. 140). Длина окружности деления равна шагу спирали. Следовательно, радиус окружности деления $R_1 = \frac{R}{2\pi}$. Из центра спирали O проводят окружность радиуса R_1. Тогда нормаль n в произвольной точке K_n спирали будет представлять собой касательную к окружности деления в точке N. Касательная t в точке K_n перпендикулярна к нормали n.

Спираль Архимеда применяется в технике при проектировании самоцентрирующих патронов, кулачковых механизмов, зажимных эксцентриковых приспособлений (см. рис. 112) и др.

Построение конхоиды. Конхоидой называется плоская кривая, точки которой лежат на радиусах-векторах и удалены от какой-либо кривой на одну и ту же величину. Если кривую заменить прямой, получим так называемую конхоиду Никомеда. Если расстояние от полюса полярной системы до данной прямой равно b, то уравнение конхоиды имеет вид: $r = \frac{b}{\cos\psi} \pm R$. Конхоида имеет две ветви.

Построение конхоиды вытекает из ее определения. На прямой a (рис. 141) выбираем произвольные точки и из них, как из центров, описываем окружности радиуса R. Центры окружностей соединяем с полюсом S, расположенным на заданном расстоянии b. Точки пересечения лучей с соответствующими окружностями будут принадлежать конхоиде. Обе ветви конхоиды по мере удаления асимптотически приближаются к прямой a.

Вопросы для самопроверки

1. Как разделить окружность на 3, 5, 6, 8 и 9 равных частей?
2. Что называется сопряжением?
3. Какие основные элементы сопряжения?
4. Что называется внешним, внутренним и смешанным сопряжением?
5. Что называется коробовой кривой, овалом?
6. Какая кривая называется овоидом?
7. Какая кривая называется кривой 2-го порядка?
8. Что такое эллипс, гипербола, парабола?
9. Что такое циклоидальная кривая?
10. Как образуется циклоида, эпициклоида, гипоциклоида?
11. Как образуется эвольвента, спираль Архимеда, синусоида, конхоида?

Методические указания к части I «Геометрическое черчение»

Для успешного усвоения курса черчения необходимо изучить теоретический материал, соответствующие ГОСТы, приобрести навыки в чтении чертежей и выполнить предусмотренные программой графические работы.

Основные положения теоретического материала и ГОСТов следует законспектировать в рабочей тетради. Записи необходимо иллюстрировать соответствующими чертежами. Следует подчеркнуть, что о глубине усвоения курса главным образом можно судить по качеству выполняемых графических работ. К выполнению графических работ можно приступить только после усвоения теории и ознакомления с методическими указаниями к данной теме, содержанием и порядком выполнения задания.

Для выполнения графических работ необходимо надлежащим образом подготовить рабочее место: расположить чертежную доску так, чтобы свет падал слева, а чертежные инструменты, учебная литература, ГОСТы лежали в порядке и под рукой на привычном месте.

Для выполнения чертежей студент должен иметь следующие материалы, инструменты, принадлежности: чертежную доску для чертежей формата 24, рейсшину (с поперечной планкой либо роликовую) или чертежный прибор ЧП, чертежную линейку для обводки линий карандашом и тушью, масштабную и мерительную линейки, два треугольника (один с углами 45°, 90° и 45°, другой — 30°, 60° и 90°), набор лекал, транспортир, готовальню № 10, 13 или 14, бумагу чертежную, кальку, карандаши различной твердости (3Т, 2Т, Т, ТМ и М), набор перьев «Rediss» или стеклянных трубочек для надписей тушью, тушь черную, резинки твердую и мягкую, кнопки, перочинный нож или лезвия.

Начиная чертить, прежде всего необходимо правильно закомпоновать чертеж. Для этого на поле листа намечают в виде прямоугольников места, ограничивающие рациональное размещение изображений. Все чертежные построения нужно выполнять сначала тонкими линиями, и только после проверки правильности выполнения построений чертеж можно обвести мягким карандашом или тушью.

Чертеж выполняется в такой последовательности: сначала наносятся осевые и центровые линии, потом проводятся линии контура, затем — размерные и выносные линии и размерные числа, штриховка разрезов и сечений и, наконец, выполняются надписи. При обводке чертежей тушью следует придерживаться определенной последовательности. Сначала обводят все окружности и дуги окружностей, затем все горизонтальные и вертикальные прямые и, наконец, все наклонные. Перед обводкой кривых линий по лекалам рекомендуется предварительно соединить точки кривой карандашом от руки, добиваясь плавности очертания кривой, и только после этого подобрать лекало, соответствующее кривой.

Рекомендуется за один раз обводить не менее трех точек. Между отдельными участками кривой следует оставлять небольшие (1—2 *мм*) зазоры, которые затем заполняют от руки чертежным пером.

Все чертежи следует выполнять на стандартных форматах, установленных ГОСТом. О требуемых форматах графических работ сказано в методических указаниях к каждому заданию.

Все задания имеют 30 вариантов, распределенных на серии А, Б и В (по 10 в каждой серии).

Варианты серии А рекомендуются для студентов инженерно-экономических специальностей; серии Б — для студентов всех специальностей, кроме указанных в серии А и В; серии В — для студентов машиностроительных специальностей.

В заданиях по темам «Геометрическое черчение» и «Проекционное черчение», «Разъемные и неразъемные соединения деталей» и «Рабочие чертежи и эскизы деталей» рекомендуется применять основную надпись (угловой штамп), помещаемую в правом нижнем углу чертежа, по форме, согласно рис. 142.

Студенты заочной и вечерней форм обучения в графе «Вариант» указывают номер задания, серию и номер варианта задания и номер зачетной книжки (например, $\frac{I-AB}{71248}$). Номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки. Студенты дневной формы обучения пишут серию и номер варианта по указанию преподавателя.

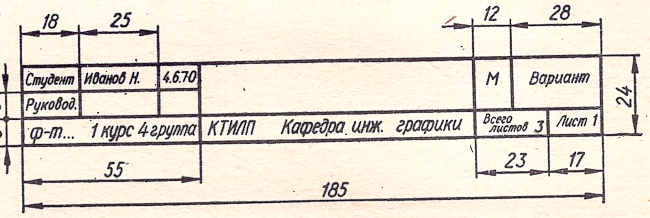


Рис. 142.

Задание I к теме «Геометрическое черчение» состоит из следующих упражнений:

1. Вычерчивание линий чертежа по ГОСТ 2.303—68.
2. Вычерчивание обозначений материалов в разрезах и сечениях по ГОСТ 2.306—68.
3. Выполнение чертежей, иллюстрирующих правила нанесения размеров по ГОСТ 2.307—68.
4. Выполнение сопряжений при вычерчивании контуров детали.
5. Вычерчивание лекальной кривой.
6. Вычерчивание профиля сортового проката.
7. Вычерчивание двух деталей с простановкой необходимых размеров.
8. Вычерчивание детали, изготовленной из листового материала.

Каждое упражнение этого задания рекомендуется выполнять на отдельном листе формата 11. Возможно выполнение задания на трех листах формата 12, двух форматах 22 либо одном листе формата 24.

Следует помнить, что если упражнения задания выполняются на отдельных листах формата 11, то основная надпись располагается обязательно вдоль короткой стороны формата. Задание I к теме «Геометрическое черчение» выполняется в туши.

Методические указания по выполнению упражнений. Упражнение 1 — вычерчивание линий чертежа по ГОСТ 2.303—68 «Линии» — ставит своей целью закрепление знаний студентов о линиях, которые применяются на чертежах, и приобретение практических навыков. В этом упражнении необходимо выполнить три комплекта всех типов линий. Толщину *s* сплошной основной линии следует выбрать 0,6—0,8 *мм*. Толщину остальных линий в комплектах следует определить исходя из относительных толщин этих линий, рекомендованных ГОСТом. Около каждой линии следует написать их относительную толщину и название.

Упражнение 1 общее для всех студентов. На рис. 143 показан пример выполнения этого упражнения.

Упражнение 2 — вычерчивание обозначений материалов в разрезах и сечениях по ГОСТ 2.306—68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах» — предусматривает изображение наиболее распространенных материалов с указанием их наименования.

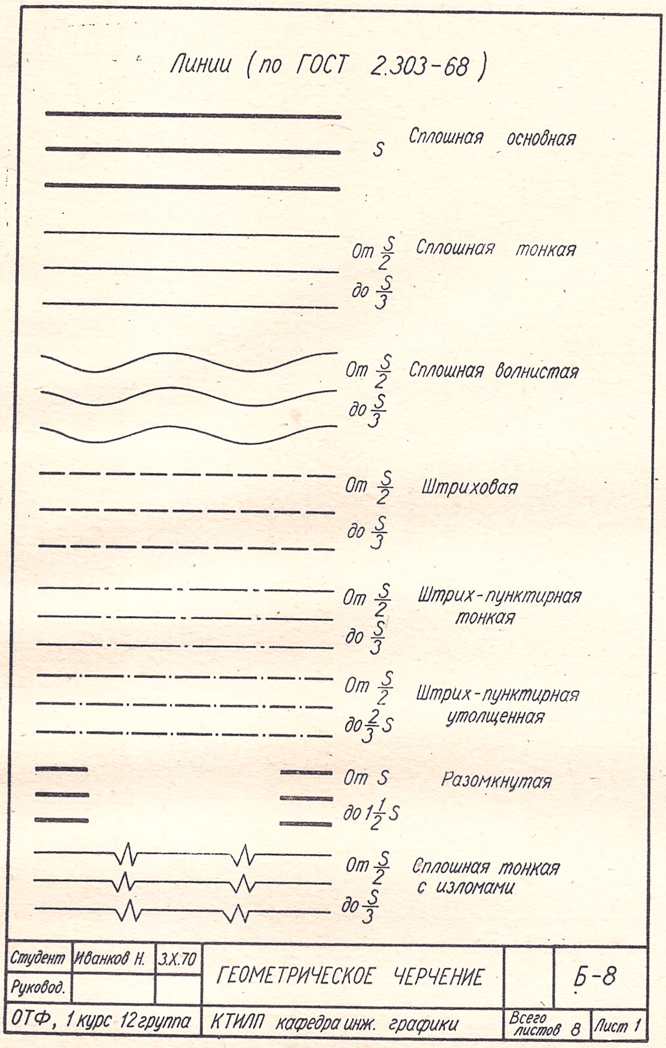


Рис. 143.

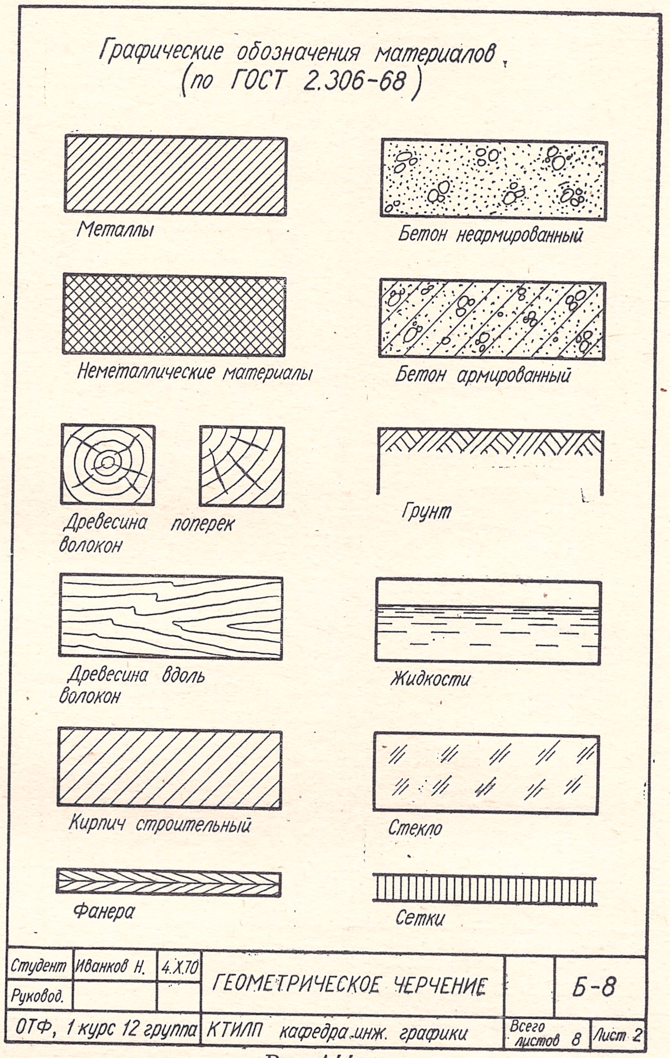


Рис. 144.

Упражнение 2 общее для всех студентов. Пример выполнения этого упражнения показан на рис. 144.

Упражнение 3 — выполнение чертежей, иллюстрирующих правила нанесения размеров на чертежах по ГОСТ 2.307—68. «Нанесение размеров и предельных отклонений» — ставит своей целью закрепление знаний указанного ГОСТа. Следовательно, для выполнения упражнения каждый студент должен приобрести сборник ГОСТов «Единая система конструкторской документации» (ГОСТ 2.301—68 — ГОСТ 2.309—68).

Чертежи следует выполнять в таком масштабе, чтобы они разместились на формате по образцу, данному на рис. 145. Варианты заданий этого упражнения приведены в табл. 5.

Упражнение 4 — выполнение сопряжений при вычерчивании контуров детали — предусматривает приобретение практических навыков в построении сопряжений.

Вычерчивание сопряжений требует большой точности и аккуратности. Начинать построения необходимо с проведения осей симметрии, потом выполнять контур основной части и, наконец, мелких элементов (отверстия и т. д.). Построение следует сначала выполнить тонкими линиями, обязательно отметить центры и точки сопряжения и лишь после этого чертеж можно обводить тушью. При обводке тушью сначала нужно провести дуги окружностей, а потом прямые, касательные к ним. У точек сопряжения следует оставлять небольшие зазоры, которые затем заполнить от руки чертежным пером.

Варианты заданий упражнения 4 приведены в табл. 6 и на рис. 147—161. Построение следует начинать с тщательного изучения чертежа своего варианта. Иногда может показаться, что для построения не хватает того или иного размера; однако если внимательно изучить чертеж, то окажется, что этот размер можно получить с помощью других размеров. Пример выполнения этого упражнения представлен на рис. 146.

Упражнение 5 — вычерчивание лекальной кривой — ставит своей целью закрепление практических навыков в построении лекальных кривых и пользовании лекалами. Строить и обводить лекальную кривую с помощью циркуля не допускается. На участках кривой с резким изменением кривизны точки кривой должны строиться чаще. Варианты заданий этого упражнения приведены в табл. 7 и на рис. 162—171. Пример выполнения упражнения приведен на рис. 172.

Упражнение 6 — вычерчивание профиля прокатной стали — ставит своей целью научить студентов построению заданного уклона и построению сопряжений на технических формах. Варианты заданий этого упражнения помещены в табл. 8, 9, 10. При вычерчивании профиля прокатной стали буквенные обозначения следует заменить цифровыми, взятыми из соответствующей таблицы. При малых номерах профиля следует выполнить чертеж в масштабе 2 : 1, а при больших — рекомендуется масштаб 1 : 1 (при этом изображение выполняют с разрывом). Пример выполнения упражнения показан на рис. 173.

Упражнение 7 — вычерчивание двух деталей с простановкой необходимых размеров — ставит своей целью научить студентов определять конусность и обозначать ее на чертеже, а также выявить знание студентами ГОСТ 2.307—68 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

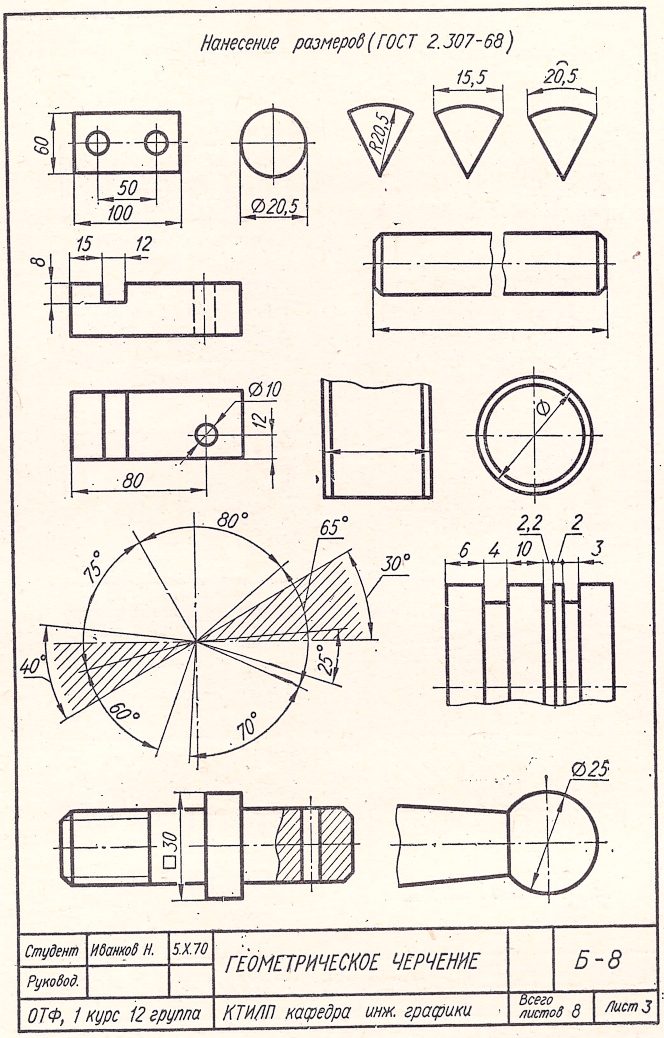


Рис. 145.

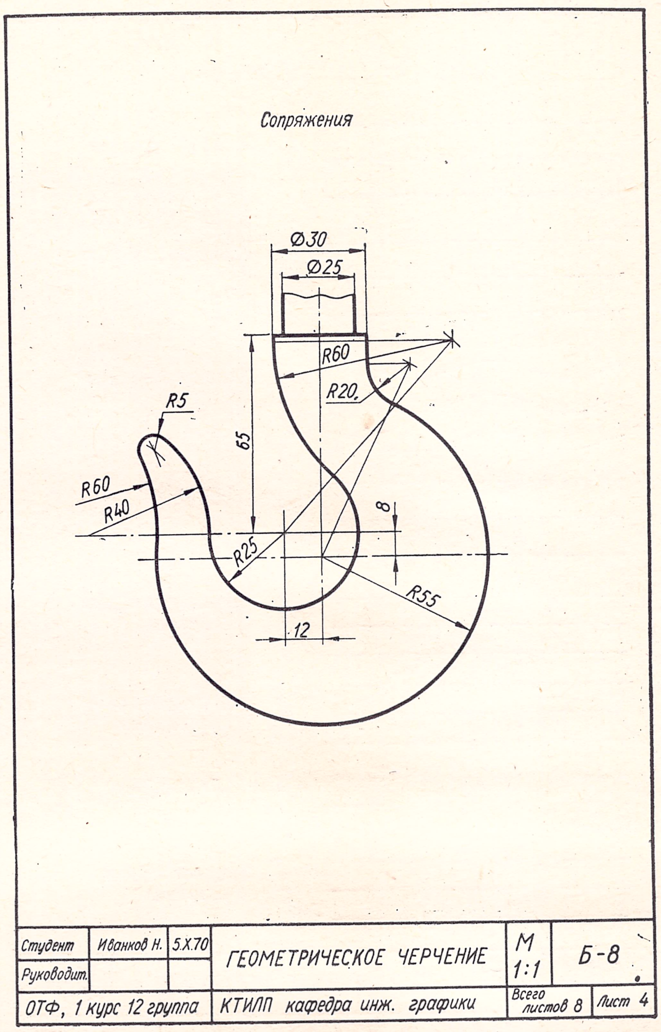


Рис. 146.

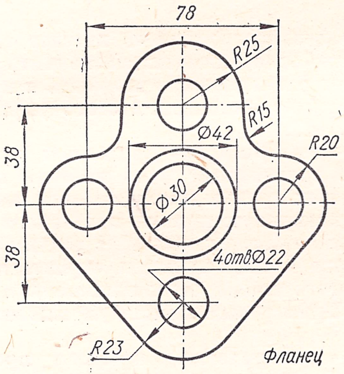


Рис. 147.

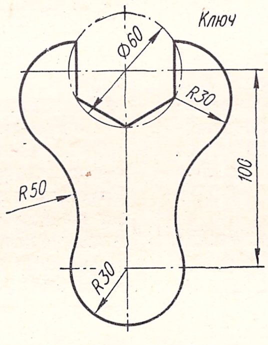


Рис. 148

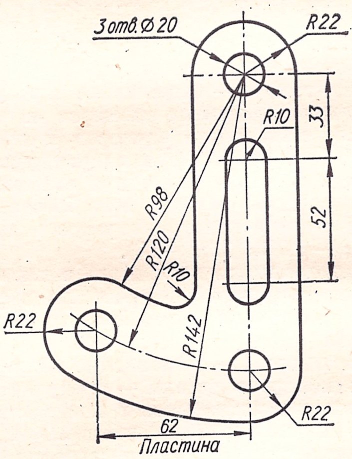


Рис. 149.

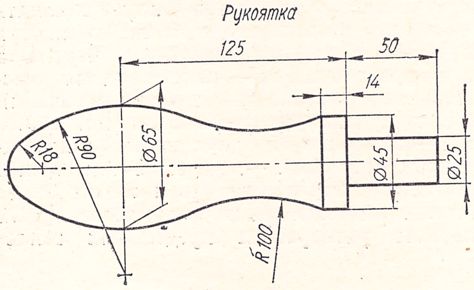


Рис. 150.

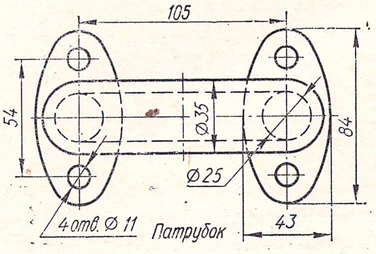


Рис 151.

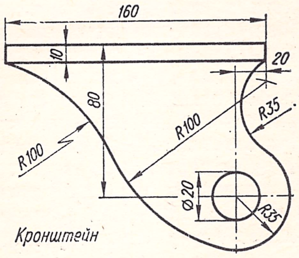


Рис. 152

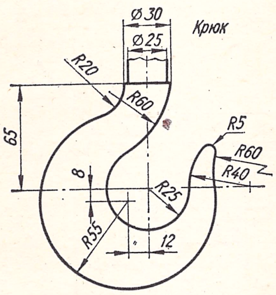


Рис. 153.

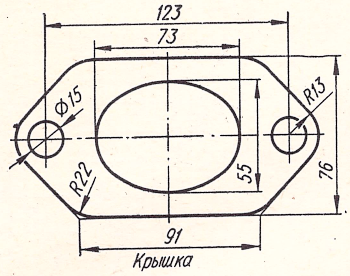


Рис. 154.

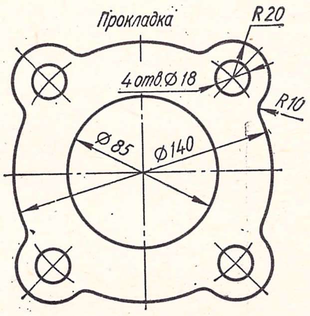


Рис. 155.

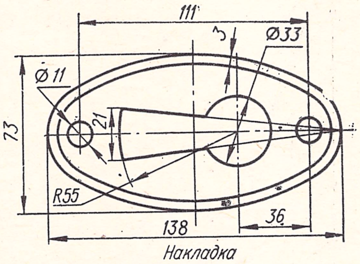


Рис. 156.

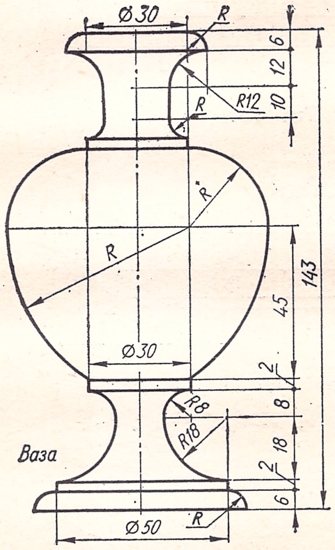


Рис. 157.

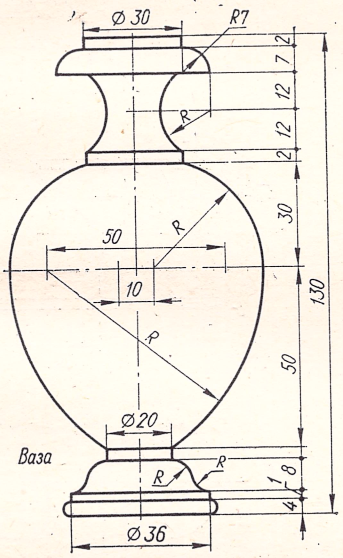


Рис. 158.

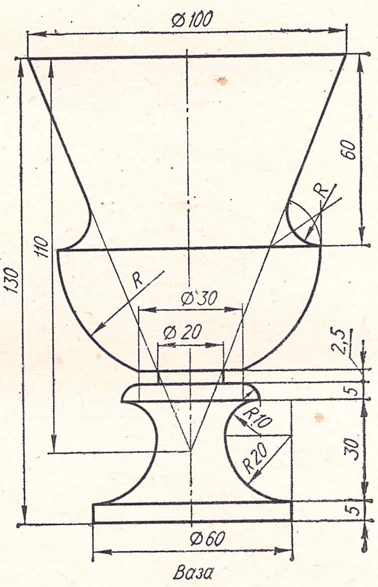


Рис. 159.

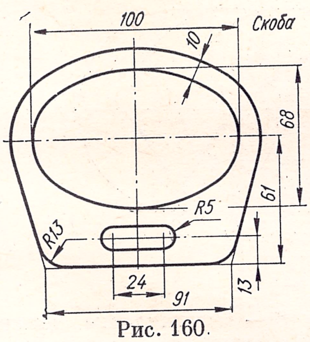


Рис. 160.

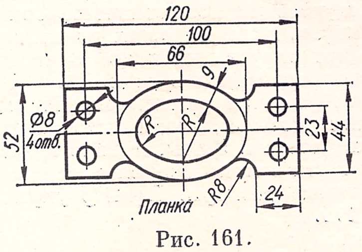


Рис. 161.

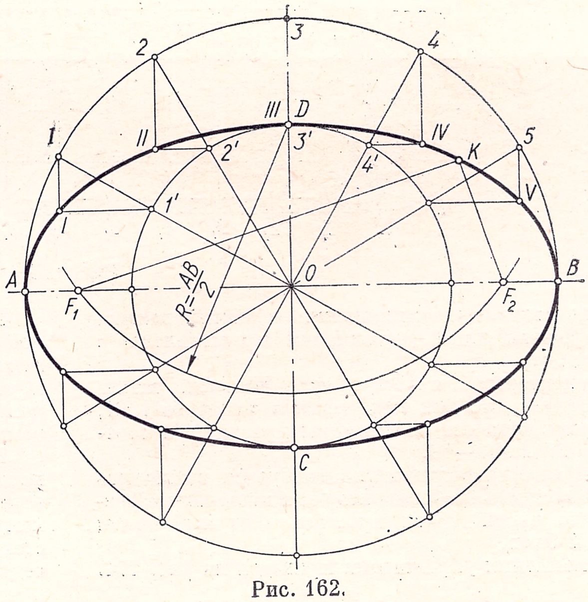


Рис. 162.

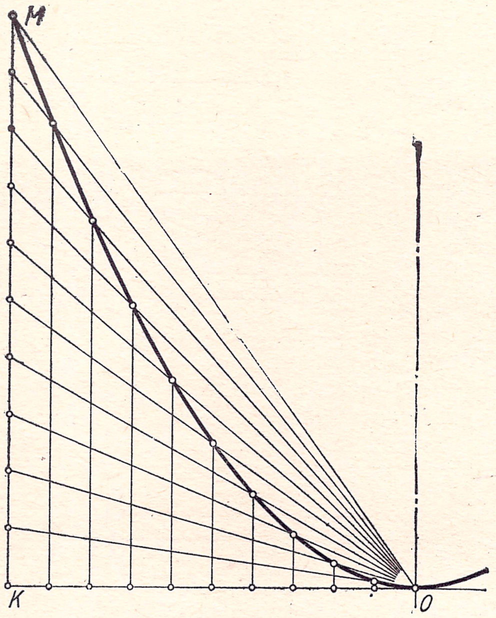


Рис. 163.

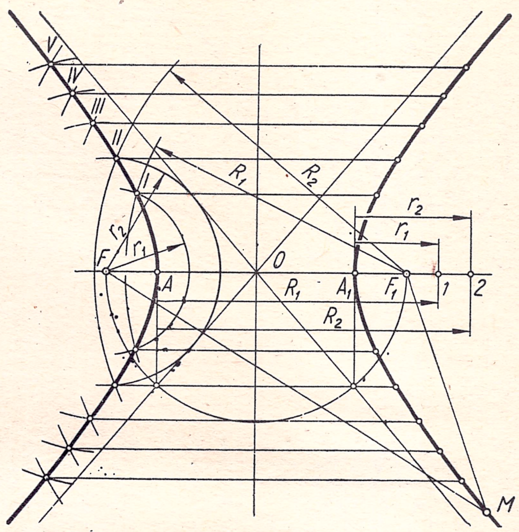


Рис. 164.

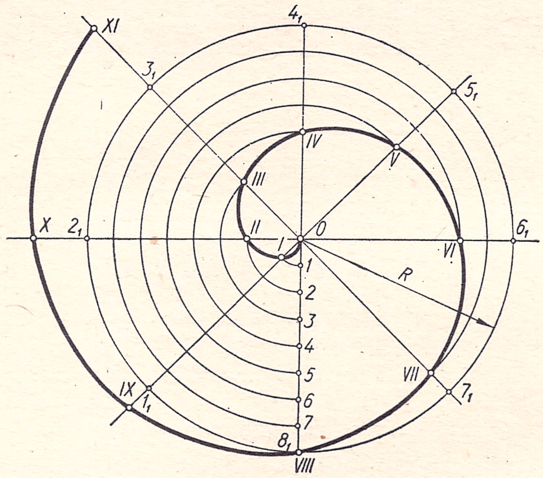


Рис. 165.

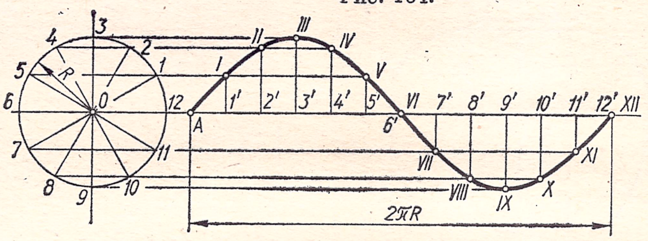


Рис. 166.

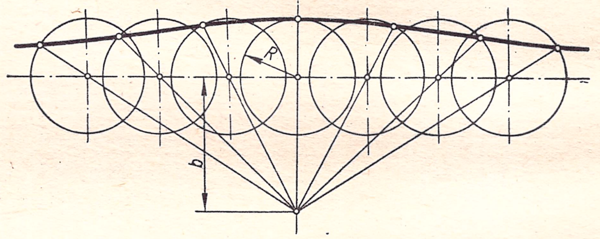


Рис. 167.

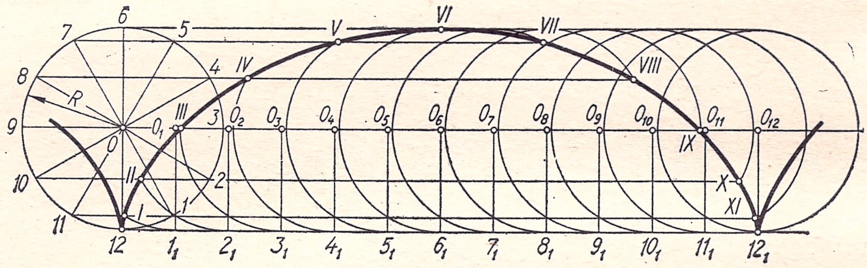


Рис. 168.

Упражнение состоит из выполнения чертежей валика и ролика. Варианты этого упражнения представлены в табл. 11 и 12.

Детали предлагается вычертить произвольных размеров, а затем, считая, что они выполнены в масштабе 1 : 1, замерить и проставить все необходимые размеры в соответствии с ГОСТ 2.307—68.

На чертеже валика обязательно требуется вычислить полученную конусность и обозначить ее, а продольные размеры на ролике предлагается проставить от выбранной конструктивной базы.

Пример выполнения упражнения приведен на рис. 174.

Упражнение 8 — вычерчивание детали, изготовленной из листового материала, — ставит своей целью выявить знание студентами правил простановки линейных и угловых размеров, определяющих расположение центров отверстий, дуг скруглений и др. Варианты задания этого упражнения приведены в табл. 13.

Величину изображения детали следует выбрать произвольно с таким расчетом, чтобы было рационально использовано поле формата. Затем, приняв это изображение как бы выполненным в масштабе, следует замерить и проставить необходимые размеры. Пример упражнения приведен на рис. 175.

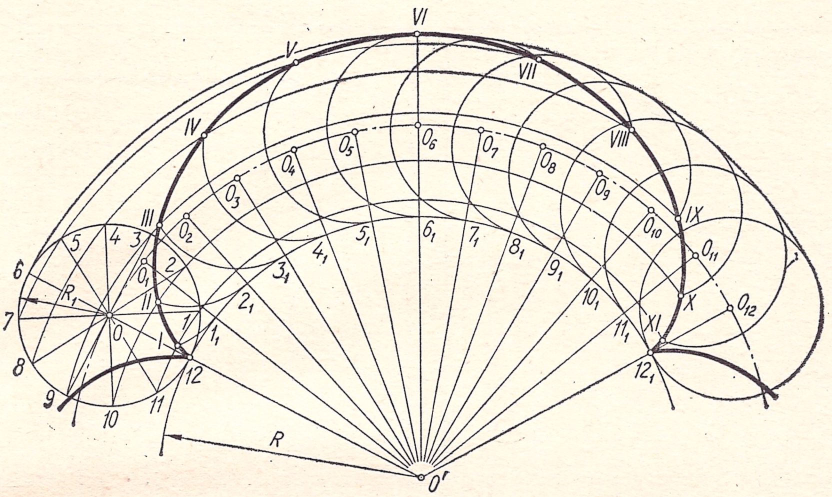


Рис. 169.

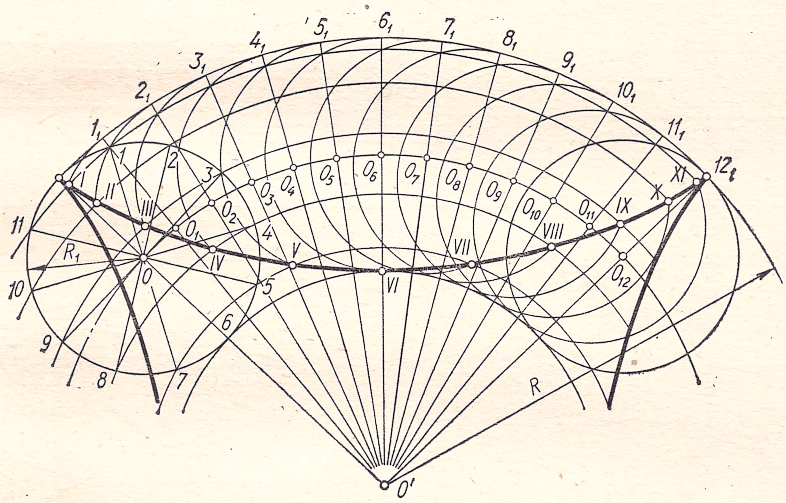


Рис. 170.

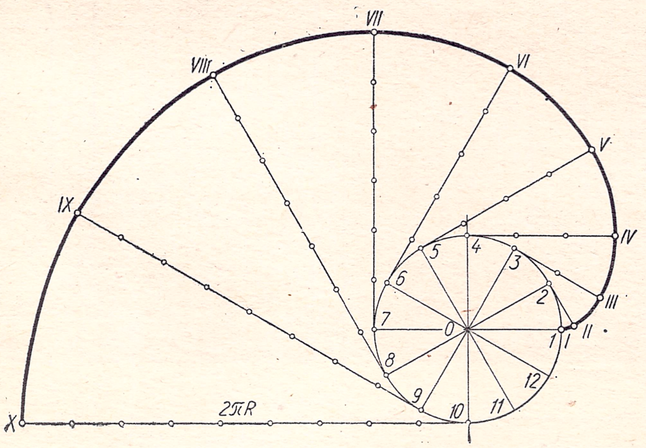


Рис. 171.

Варианты заданий к теме „Геометрическое черчение“

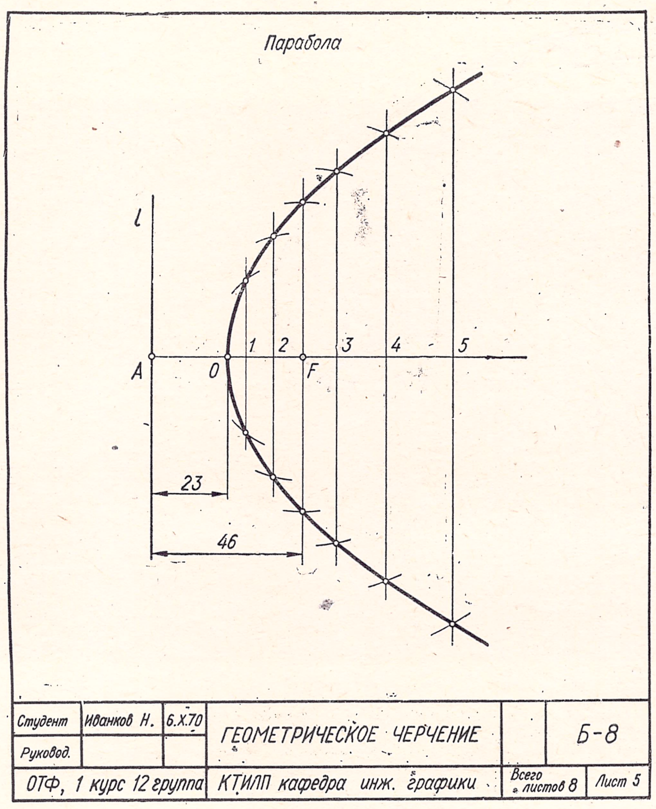


Рис. 172.

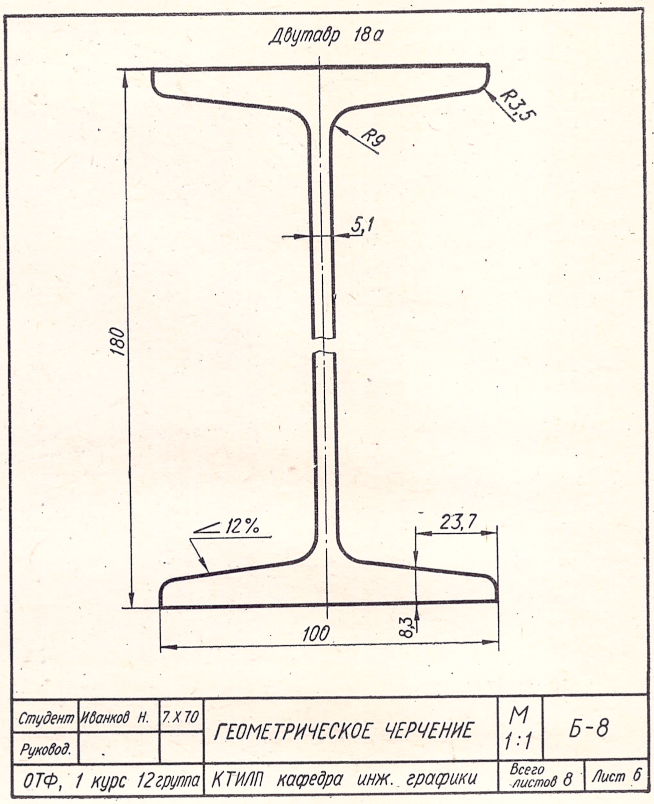


Рис. 173.

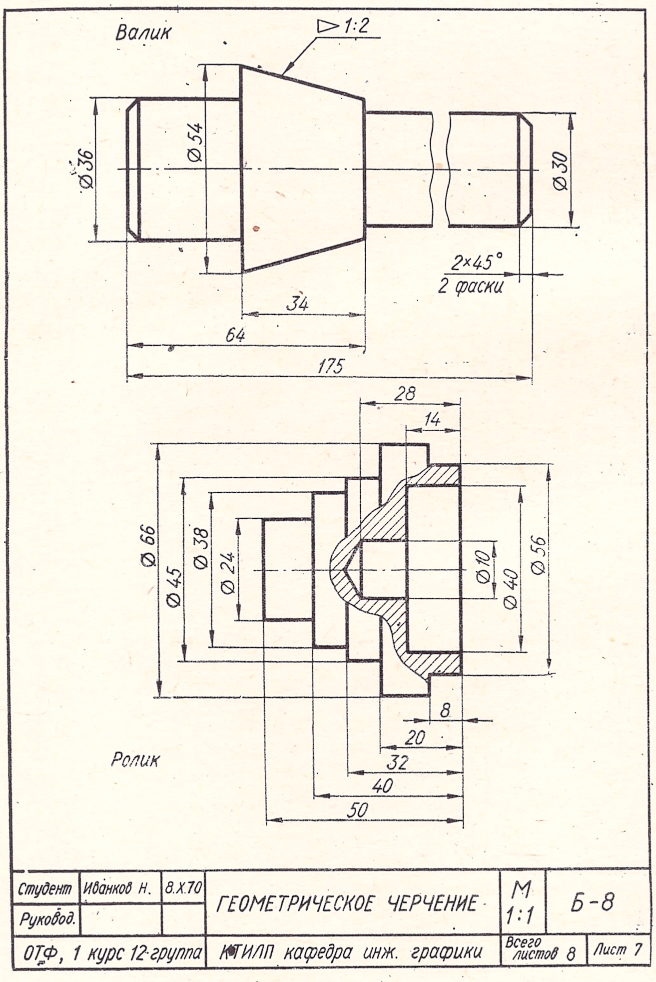


Рис. 174.

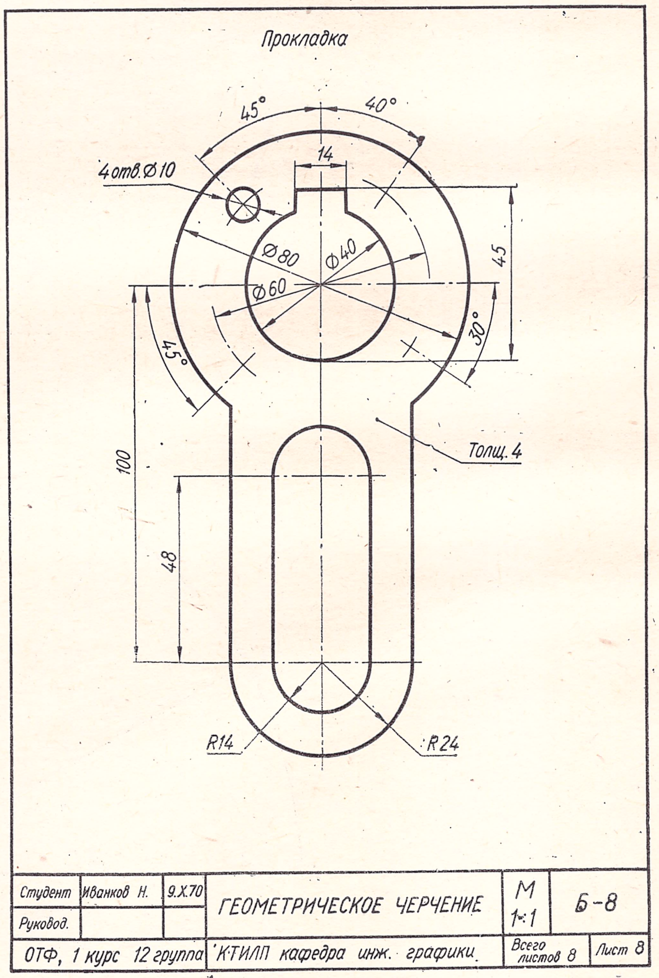


Рис. 175.

Таблица 5

Серия	Вариант	Номера чертежей из ГОСТ 2.307—68 «Нанесение размеров и предельных отклонений»	Вариант	Номера чертежей из ГОСТ 2.307—68 «Нанесение размеров и предельных отклонений»
А	0	5а, 6, 13, 24, 32, 39	5	5б, 5в, 22, 24, 27, 44
	1	5б, 12, 20, 26, 30, 41	6	6, 28, 29, 31, 37, 53
	2	5в, 13, 24, 31, 37, 45	7	12, 22, 25, 33, 38, 48
	3	6, 20, 25, 33, 36, 44	8	13, 24, 28, 33, 37, 55
	4	5а, 5б, 22, 25, 31, 41	9	20, 22, 24, 26, 30, 37
Б	0	5а, 12, 16, 25, 30, 37, 41	5	6, 20, 24, 28, 30, 38, 46
	1	5а, 5б, 13, 17, 26, 32, 38	6	12, 22, 27, 35, 45, 50, 53
	2	5б, 22, 27, 30, 36, 38, 55	7	13, 22, 26, 30, 38, 44, 54
	3	5б, 5в, 20, 28, 32, 44, 54	8	16, 25, 28, 32, 38, 41, 55
	4	5а, 5б, 5в, 24, 34, 41, 48	9	20, 24, 31, 35, 37, 45, 51б
В	0	5а, 6, 13, 20, 23, 34, 36, 45	5	5а, 5б, 12, 20, 26, 30, 31, 38
	1	5б, 12, 22, 24, 30, 37, 48, 53	6	5а, 5б, 5в, 27, 33, 34, 44, 45
	2	5в, 16, 27, 32, 38, 44, 54, 55	7	13, 22, 23, 30, 35, 37, 39, 44
	3	5а, 17, 26, 28, 33, 35, 41, 59	8	12, 20, 24, 32, 38, 41, 43, 60
	4	6, 18, 24, 31, 36, 39, 47, 58	9	6, 14, 22, 25, 30, 34, 36, 44

Таблица 6

Серия	Вариант	Наименование изображения	Номер рисунка	Вариант	Наименование изображения	Номер рисунка
А	0	Крышка	154	5	Прокладка	155
	1	Прокладка	155	6	Крышка	154
	2	Фланец	147	7	Рукоятка	150
	3	Рукоятка	150	8	Фланец	147
	4	Фланец	144	9	Крышка	154
Б	0	Фланец	147	5	Прокладка	155
	1	Планка	161	6	Ваза	157
	2	Ваза	158	7	Скоба	160
	3	Рукоятка	150	8	Ключ	148
	4	Крышка	154	9	Ваза	159
В	0	Фланец	147	5	Крышка	154
	1	Кронштейн	152	6	Прокладка	155
	2	Ключ	148	7	Накладка	156
	3	Скоба	160	8	Пластина	148
	4	Патрубок	151	9	Крюк	153

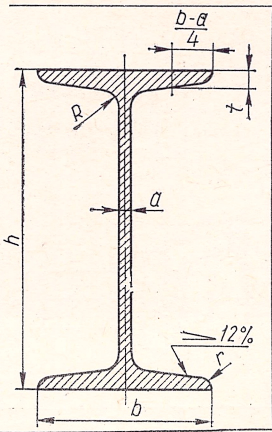
Таблица 7

Вариант	Серия	Наименование кривой	Размеры, *мм*	Номер рисунка
0	А Б В	Эллипс	$AB = 120$; $CD = 180$ $AB = 160$; $CD = 100$ $AB = 200$; $CD = 120$	162
1	А Б В	Парабола	$OK = 80$; $KM = 150$ $OK = 70$; $KM = 160$ $OK = 60$; $KM = 120$	163
2	А Б В	Гипербола	$FF_1 = 100$; $AA_1 = 70$ $FF_1 = 80$; $AA_1 = 65$ $FF_1 = 60$; $AA_1 = 40$	164
3	А Б В	Циклоида	$R = 35$ $R = 25$ $R = 30$	168
4	А Б В	Эпициклоида	$R_1 = 30$ $R = 100$ $R_1 = 25$ $R = 80$ $R_1 = 20$ $R = 60$	169
5	А Б Б	Гипоциклоида	$R_1 = 30$ $R = 100$ $R_1 = 40$ $R = 110$ $R_1 = 50$ $R = 120$	170
6	А Б Б	Эвольвента	$R = 22$ $R = 25$ $R = 20$	171
7	А Б В	Спираль Архимеда	$R = 90$ $R = 85$ $R = 80$	165
8	А Б В	Синусоида	$R = 20$ $R = 25$ $R = 30$	166
9	А Б В	Конхоида	$R = 25$; $b = 60$ $R = 22$; $b = 50$ $R = 20$; $b = 40$	167

Таблица 8

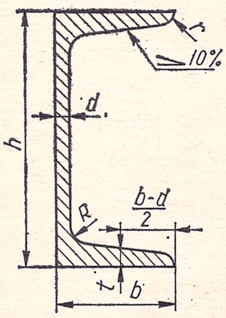
Серия	Вариант	Профиль прокатной стали	Номер профиля	Номер таблицы размеров	Вариант	Профиль прокатной стали	Номер профиля	Номер таблицы размеров
А	0	Двутавр	10	9	5	Швеллер	18	10
	1	Швеллер	14	10	6	Двутавр	20	9
	2	Двутавр	16	9	7	Швеллер	22	10
	3	Швеллер	16	10	8	Двутавр	27	9
	4	Двутавр	14	9	9	Швеллер	27	10
Б	0	Двутавр	12	9	5	Швеллер	16	10
	1	Швеллер	12	10	6	Двутавр	20	9
	2	Двутавр	14	9	7	Швеллер	20	10
	3	Швеллер	14	10	8	Двутавр	24	9
	4	Двутавр	18	9	9	Швеллер	24	10
В	0	Двутавр	16	9	5	Швеллер	18	10
	1	Швеллер	24	10	6	Двутавр	24	9
	2	Двутавр	20	9	7	Швеллер	16	10
	3	Швеллер	22	10	8	Двутавр	27	9
	4	Двутавр	22	9	9	Швеллер	14	10

Таблица 9



Номер профиля	h	b	d	t	R	r
10	100	55	4,5	7,2	7	2,5
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3
14	140	73	4,9	7,5	8	3
16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5
18	180	90	5,1	8,1	9	3,5
20	200	100	5,2	8,4	9,5	4
22	220	110	5,4	8,7	10	4
24	240	115	5,6	9,5	10,5	4
27	270	125	6,0	9,8	11	4,5

Таблица 10



Номер профиля	h	b	d	t	R	r
12	120	52	4,8	7,8	7,5	3
14	140	58	4,9	8,1	8	3
16	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5
18	180	70	5,1	8,7	9	3,5
20	200	76	5,2	9,0	9,5	4
22	220	82	5,4	9,5	10	4
24	240	90	5,6	10,0	10,5	4
27	270	95	6,0	10,5	11	4,5

Таблица 12

Серии А, Б, В общие для всех вариантов

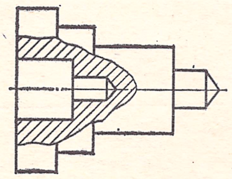
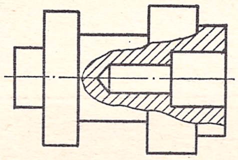
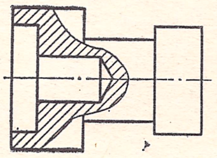
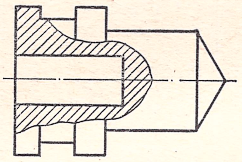
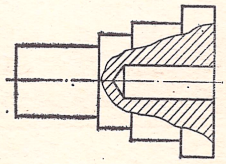
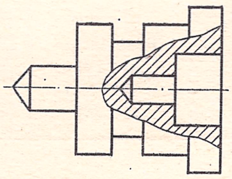
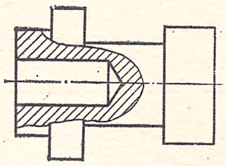
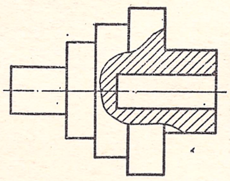
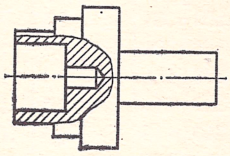
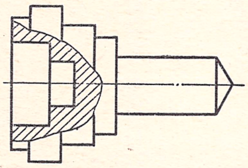
Вариант	Чертеж ролика	Вариант	Чертеж ролика
0		5	
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	

Таблица 11

Серии А, Б и В общие для всех вариантов

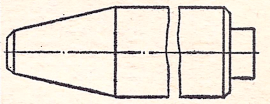
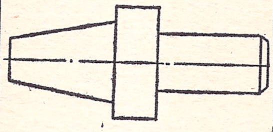
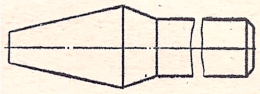
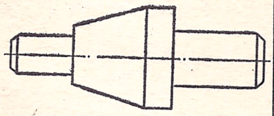
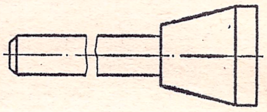
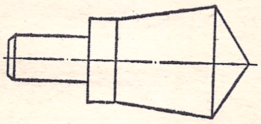
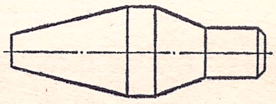
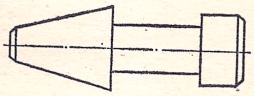
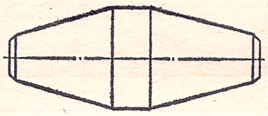
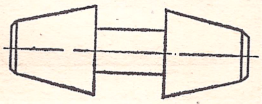
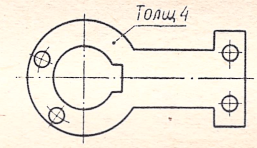
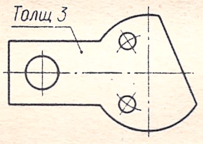
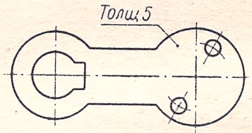
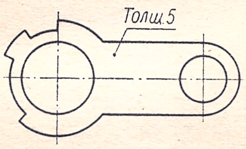
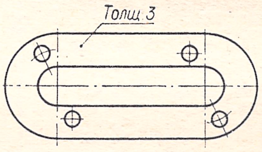
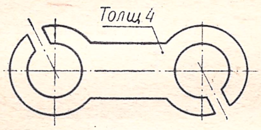
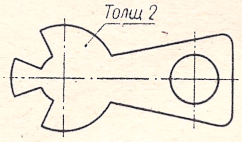
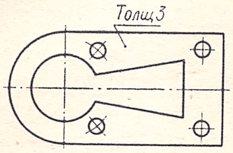
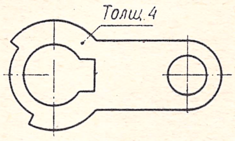
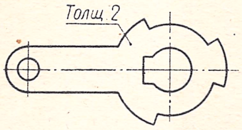
Вариант	Чертеж валика	Вариант	Чертеж валика
0		5	
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	

Таблица 13

Серии А, Б и В общие для всех вариантов

Вариант	Чертеж планки	Вариант	Чертеж планки
0		5	
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	

Методы построения и чтения чертежей основаны на теории курса начертательной геометрии.

Изображения предметов выполняют методом прямоугольного проецирования. Для аксонометрических проекций также применяют и косоугольное проецирование.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания делят на в и д ы, р а з р е з ы, с е ч е н и я.

Количество видов, разрезов и сечений должно быть наименьшим, но достаточным для полного представления об изображаемом предмете.

В этой части рассмотрено практическое приложение методов начертательной геометрии к решению задач технического характера и построению аксонометрических изображений предметов, выполненных в ортогональных проекциях.

2

ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Раздел III. ИЗОБРАЖЕНИЯ. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ И ДЕТАЛЕЙ

§ 15. ВИДЫ И ИХ РАСПОЛОЖЕНИЕ НА ЧЕРТЕЖАХ (ГОСТ 2.305—68)

При изображении предмета (изделия или его составных частей) предполагается, что он расположен между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 176).

Изображение на фронтальной плоскости проекций принимается на чертеже главным. Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета при наилучшем использовании поля чертежа.

За основные плоскости проекций принимают шесть граней куба; грани совмещаются с плоскостью *1*, как показано на рис. 177. Грань *6* допускается располагать рядом с гранью *4*.

Для некоторых простейших тел вращения (валики, втулки и др.) можно ограничиться одним изображением при наличии необходимых размеров и обозначений, определяющих их форму.

Видом называется изображение обращенной к наблюдателю видимой части предмета. На видах можно показывать и невидимые части предмета при помощи штриховых линий толщиной от $\frac{s}{2}$ до $\frac{s}{3}$.

Различают основные, дополнительные и местные виды.

Виды, получаемые проецированием предмета на основные плоскости проекций (фронтальную, горизонтальную и профильную), называются о с н о в н ы м и.

Устанавливаются следующие названия основных видов (рис. 177): *1* — вид спереди (главный вид); *2* — вид сверху; *3* — вид слева; *4* — вид справа; *5* — вид снизу; *6* — вид сзади. Если виды предмета расположены в проекционной связи, названия их на чертежах не надписываются.

В случаях, когда основные виды смещены относительно главного изображения, они должны быть отмечены на чертеже надписью типа «*Вид А*»* (рис. 178). Направление взгляда указывают стрелкой, обозначенной прописной буквой. Чертежи оформляют так же, если перечисленные виды отделены от главного изображения другими изображениями или если они расположены не на одном листе с ним.

На строительных чертежах допускается направление взгляда показывать двумя стрелками (аналогично показу секущих плоскостей в разрезах).

Независимо от взаимного расположения видов на строительных чертежах допускается название и обозначение вида надписывать, не показывая направление взгляда стрелкой, если направление

* Размер шрифта для буквы *А* должен быть больше, чем для буквы *В* слова «*Вид*».

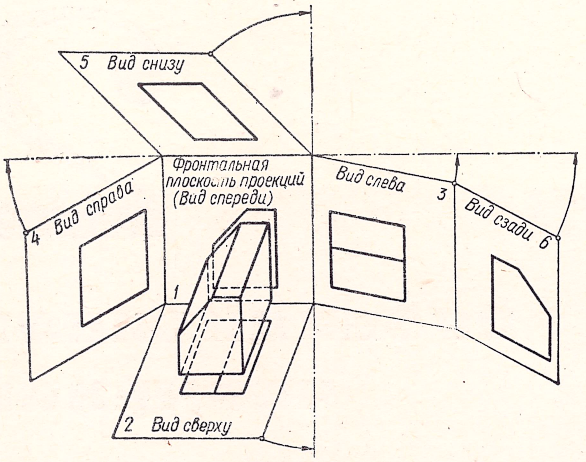


Рис. 176.

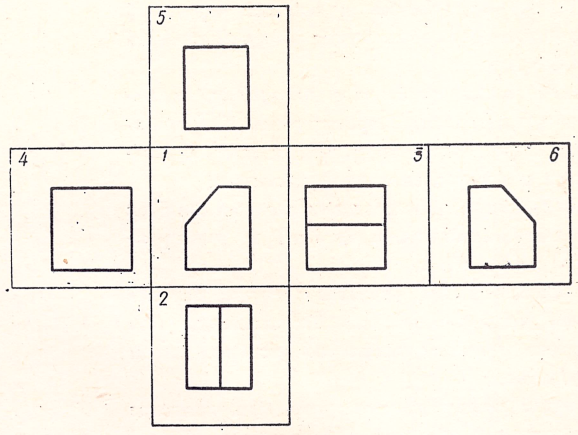


Рис. 177.

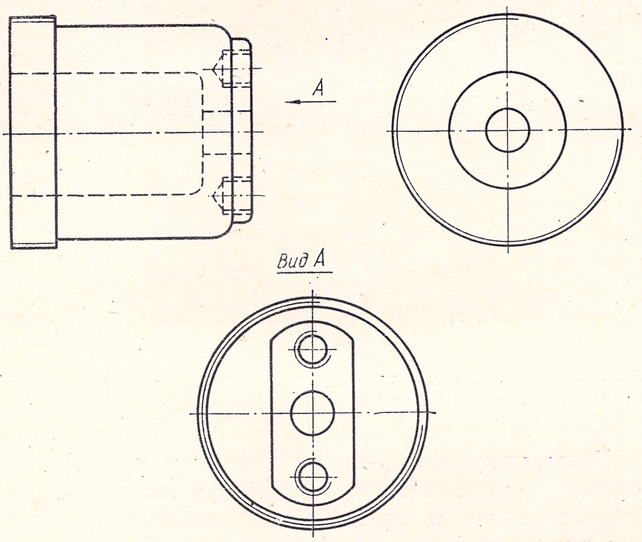


Рис. 178.

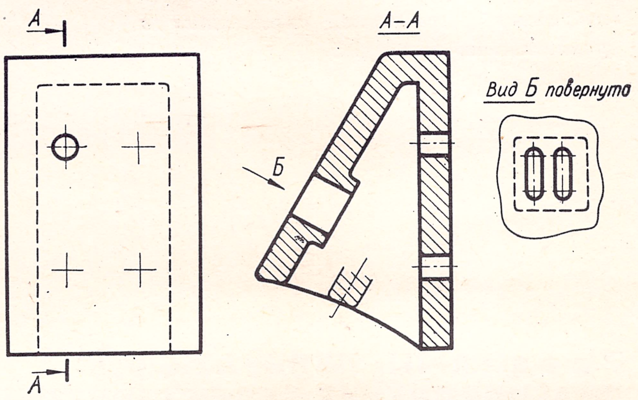


Рис. 180.

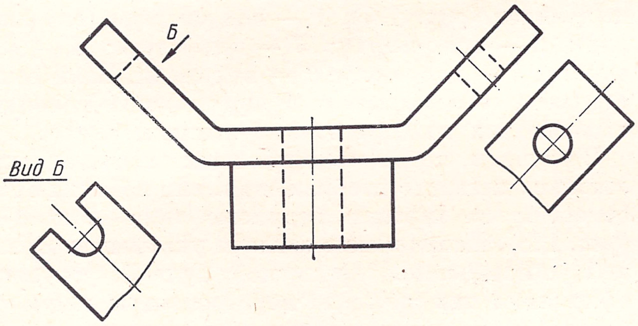


Рис. 179.

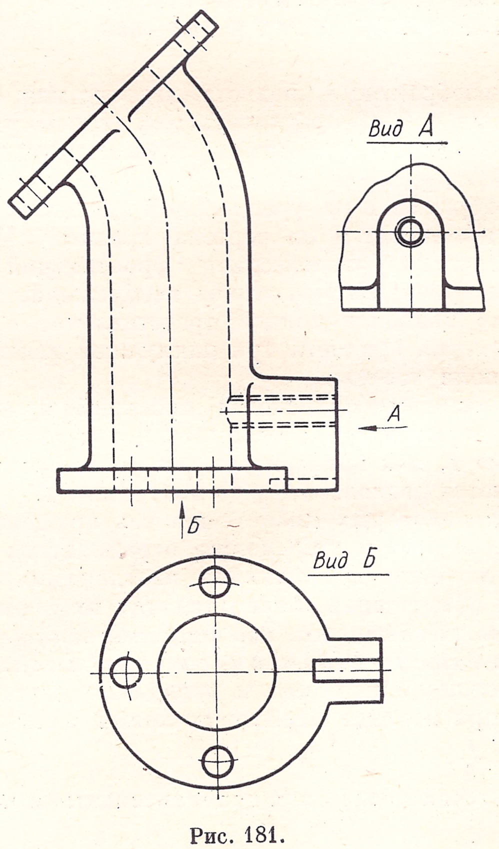


Рис. 181.

взгляда определяется названием и обозначением вида.

Виды, получаемые проецированием предмета на плоскости, не параллельные ни одной из основных плоскостей проекций, называются д о п о л н и т е л ь н ы м и.

Дополнительный вид применяют в случаях, если какая-либо часть изделия не может быть показана ни на одном из основных видов без искажения ее формы и размеров.

На рис. 179 показана деталь с наклонными боковыми гранями. Если спроецировать эту деталь

на горизонтальную плоскость проекций, то боковые грани с отверстием и прорезью будут изображены искаженно. Поэтому на данном рисунке показаны два дополнительных вида.

Дополнительный вид отмечают на чертеже надписью типа «*Вид Б*», а у связанного с дополнительным видом изображения предмета должна быть поставлена стрелка, указывающая направление взгляда, с соответствующим буквенным обозначением. Когда дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением (рис. 179, правая боковая грань с отверстием), стрелку и надпись над видом не наносят.

Дополнительный вид допускается поворачивать, но с сохранением, как правило, положения, принятого для данной фигуры на главном изображении. В этих случаях к надписи должно быть добавлено слово «*повернуто*» (рис. 180).

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называется м е с т н ы м видом. Его получают проецированием на одну из основных плоскостей.

Местный вид может быть ограничен линией обрыва (рис. 181, *вид А*), или не ограничен (рис. 181, *вид Б*). Местный вид отмечают на чертеже подобно дополнительному виду.

§ 16. РАЗРЕЗЫ

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. Мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней (рис. 182). Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для уяснения конструкции предмета.

Разрез является условным изображением. Условность заключается в том, что при выполнении разреза только мысленно проводят секущую плоскость и условно удаляют часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью.

Каждому разрезу соответствует своя секущая плоскость. Эти плоскости не связаны между собой, т. е. выполнение одного разреза не влечет за собой выполнение другого. Так, например, на рис. 182 на месте трех основных видов выполнены разрезы и каждый из них получен при помощи своей секущей плоскости: разрез на месте главного вида выполнен при помощи секущей плоскости, параллельной фронтальной плоскости проекций; разрез *Б—Б* на месте вида слева — при помощи плоскости, параллельной профильной плоскости проекций; разрез *А—А* на месте вида сверху — при помощи горизонтальной секущей плоскости.

Следовательно, чтобы получить на чертеже разрезы предмета, следует:

1. В необходимом месте предмета мысленно провести секущую плоскость.

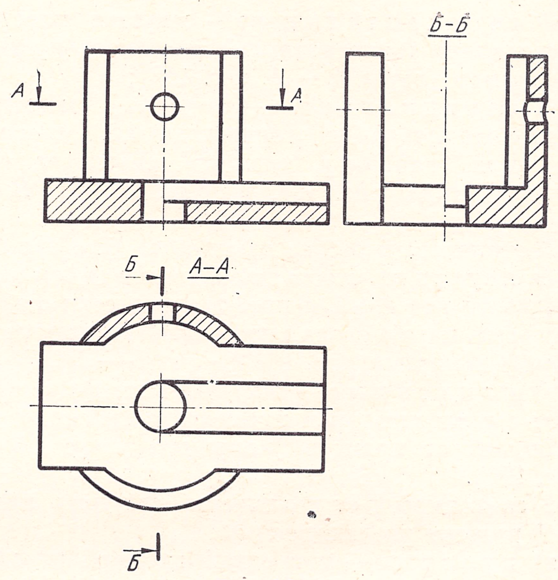


Рис. 182.

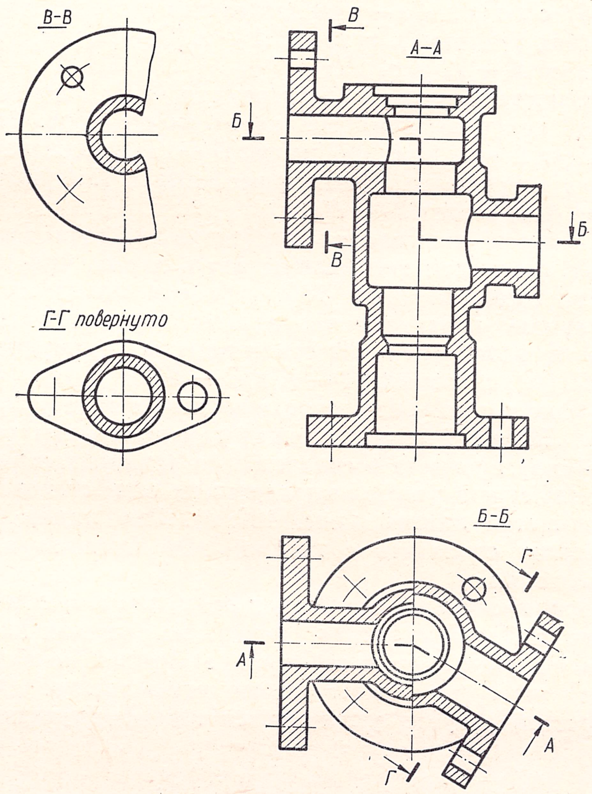


Рис. 183.

2. Мысленно отбросить часть предмета, находящуюся между наблюдателем и секущей плоскостью.

3. Спроецировать оставшуюся часть предмета на соответствующую плоскость проекции и изобразить ее на месте одного из основных видов или на свободном поле чертежа.

4. В необходимых случаях оформить полученный разрез нанесением соответствующей надписи и стрелок.

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций разрезы подразделяются на:

а) горизонтальные — секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций (например, разрез *А — А*, рис. 182);

б) вертикальные — секущая плоскость перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекций (например, рис. 182, разрез на месте главного вида. рис. 183, разрезы *А — А*, *В — В*, *Г — Г*).

Вертикальный разрез называется фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций (например, рис. 182, разрез *Б — Б*).

в) наклонные — секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого (например, разрез *А — А*, рис. 184).

В зависимости от количества секущих плоскостей разрезы разделяются на:

а) простые — при одной секущей плоскости (например, на рис. 180 и 182);

б) сложные — при нескольких секущих плоскостях (например, разрезы *А — А*, *Б — Б*, рис. 183; разрез *А — А*, рис. 185).

Сложные разрезы называются *ступенчатыми*, если секущие плоскости параллельны (рис. 185, разрез *А — А*, рис. 183, разрез *Б — Б*) и ломаными, если секущие плоскости пересекаются (например, рис. 183, разрез *А — А*).

Разрезы называются *продольными*, если секущие плоскости направлены вдоль длины или высоты предмета (рис. 186), и *поперечными*, если секущие плоскости направлены перпендикулярно к длине или высоте предмета (например, рис. 187, *а*, разрезы *А — А* и *Б — Б*).

Кроме того, различают еще местные разрезы. Местный разрез служит для выяснения устройства предмета в отдельном, ограниченном месте. Местный разрез выделяется на виде сплошной волнистой линией (рис. 187, *б*). Эта линия не должна совпадать с какими-либо линиями изображения.

Обозначения на чертежах разрезов и соединений видов и разрезов. Положение секущих плоскостей указывается на чертеже линией сечения. Для этого применяют разомкнутую линию. При простом разрезе указываются только начальный и конечный штрихи (рис. 180 и 182), а при сложном разрезе штрихи проводят также у перегибов линии сечения (рис. 183, например, разрез *А — А*, *Б — Б*; разрез *А — А* на рис. 185).

Начальный и конечный штрихи не должны пересекать контура соответствующего изображения. На начальном и конечном штрихах ставятся стрелки, указывающие направление взгляда. Стрелки должны наноситься на расстоянии приблизительно равном 2—3 *мм* от конца штриха.

В случаях, подобных указанному на рис. 187, стрелки наносятся на одной линии. У начала и конца линии сечения, а в случае необходимости у перегибов этой линии, ставится одна и та же прописная буква русского алфавита. При этом буквы наносятся возле стрелок, а в местах перегиба — со стороны внешнего угла. Выполненный разрез отмечается надписью типа *А — А* (всегда только двумя буквами, через тире).

На строительных чертежах для линии сечения допускается вместо букв применять цифры, а также надписывать название разреза (план) с присвоенным ему буквенным, цифровым или другим обозначением.

В том случае, когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом и соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены какими-либо другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных разрезов положение секущей плоскости не отмечается и самый разрез не сопровождается надписью (например, рис. 182, разрез на главном виде).

Фронтальным и профильным разрезам следует, как правило, придавать положение, соответствующее принятому для данного предмета на главном изображении чертежа (рис. 188).

Вертикальный разрез, когда секущая плоскость не параллельна фронтальной или профильной плоскостям проекций, а также наклонный разрез должны строиться и располагаться в соответствии с направлением, указанным стрелками на линии сечения. Такие разрезы допускается располагать на любом месте чертежа. Если разрез повернут до положения, принятого для предмета

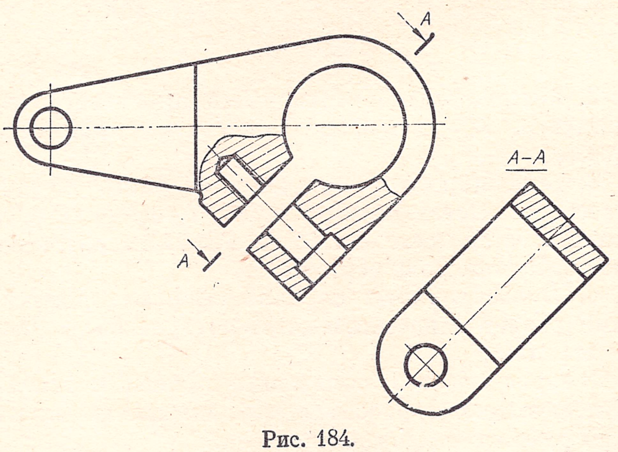


Рис. 184.

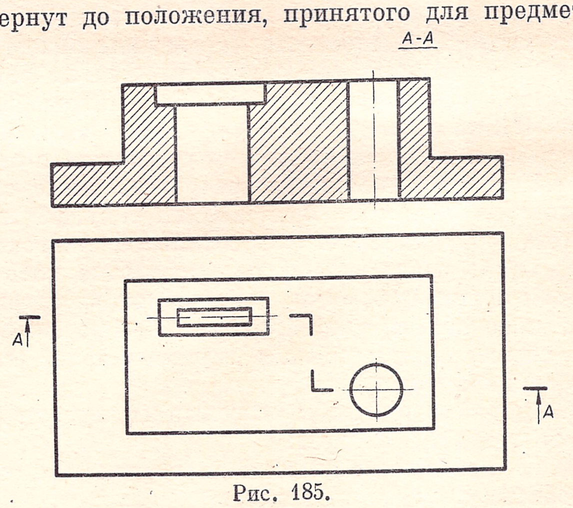


Рис. 185.

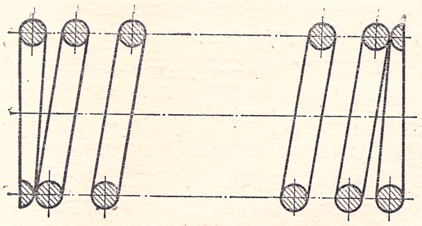
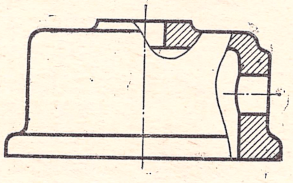


Рис. 186.



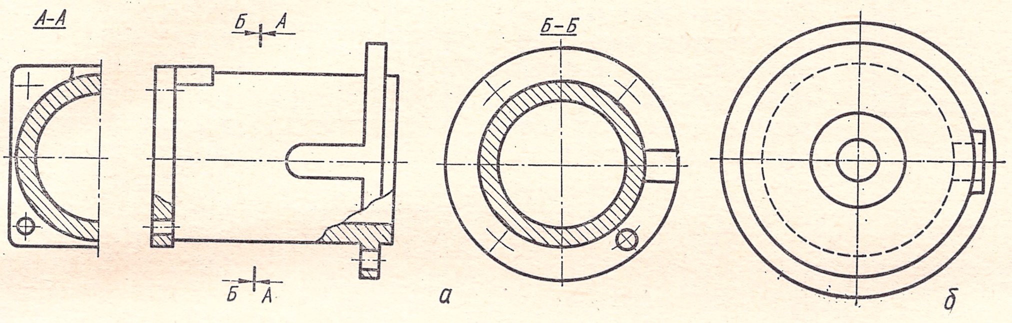


Рис. 187.

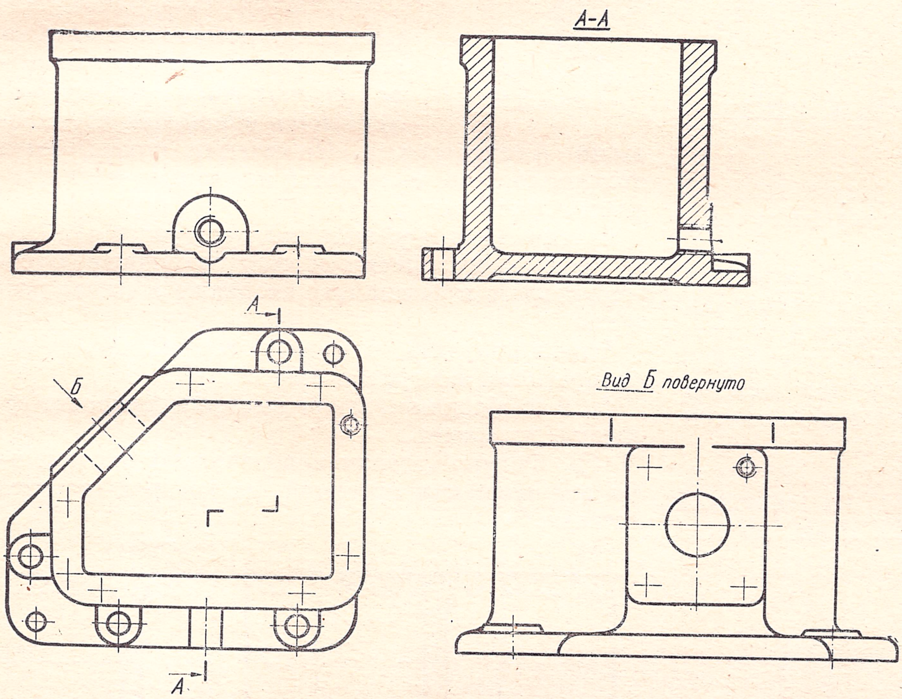


Рис. 188.

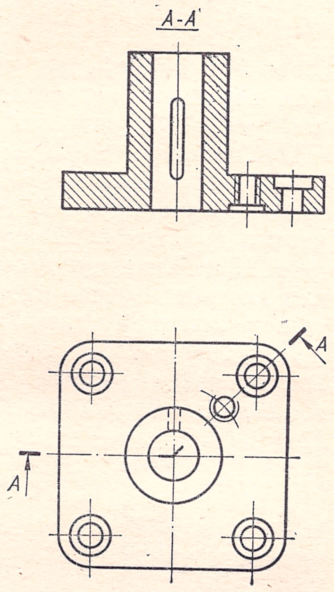


Рис. 189.

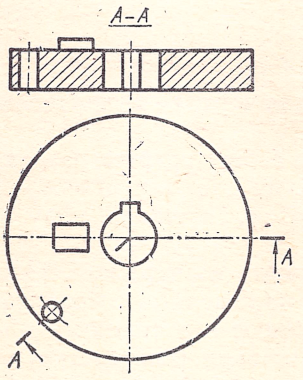


Рис. 190.

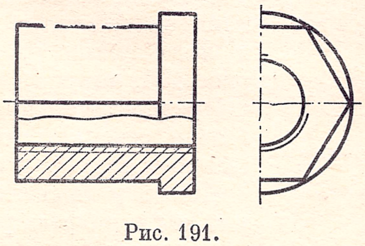


Рис. 191.

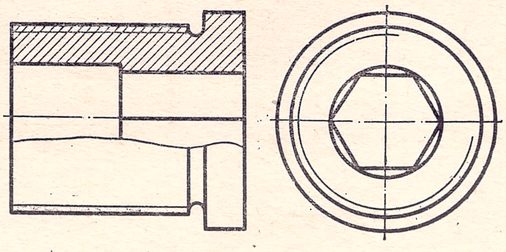


Рис. 192.

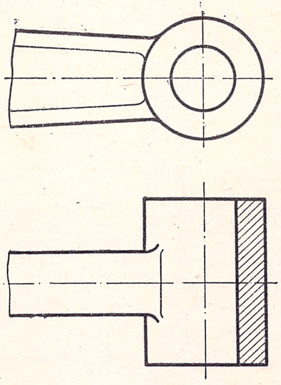


Рис. 193.

на главном виде, то к надписи добавляется слово «*повернуто*» (рис. 183, разрез *Г—Г*).

При ломаных разрезах секущие плоскости условно поворачиваются до совмещения в одну плоскость; при этом направление поворота может не совпадать с направлением взгляда (рис. 189). Если совмещенные плоскости окажутся параллельными одной из основных пло-

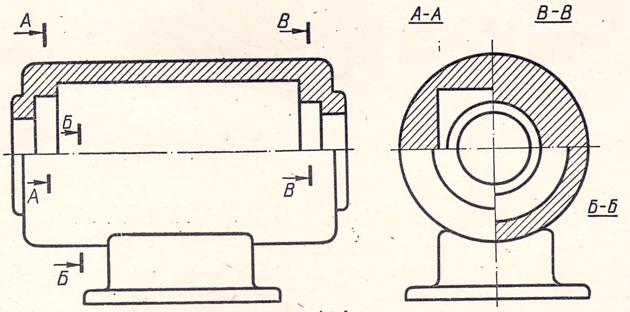


Рис. 194.

скостей проекций, то ломаный разрез допускается поместить на месте соответствующего вида (см. рис. 183, разрез *А—А*).

При повороте секущей плоскости элементы предмета, расположенные за ней, вычерчивают так, как они проецируются на соответствующую плоскость, до которой производится совмещение (рис. 190). Если при этом отверстие при совмещении плоскости оказывается под выступом, то применять ломаный разрез не следует.

Допускается соединять часть вида и часть соответствующего разреза, разделяя их сплошной волнистой линией (рис. 191 и 192). Если при этом соединяются половина вида и половина разреза, каждый из которых является симметричной фигурой, то разделяющей линией служит ось симметрии (штрих-пунктирная тонкая линия, рис. 182, разрез *Б—Б*).

Допускается также разделение разреза и вида штрих-пунктирной линией (рис. 193), совпадающей со следом плоскости симметрии не всего предмета, а лишь его части, если эта часть представляет собой тело вращения.

Допускается соединять четверть вида и четверти трех разрезов; четверть вида, четверть одного разреза и половину другого и т. п. при условии, что каждое из этих изображений в отдельности симметрично (рис. 194).

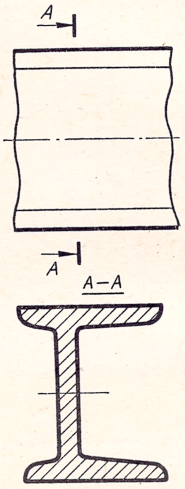


Рис. 196.

§ 17. СЕЧЕНИЯ, ВЫНОСНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, НАДПИСИ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

Сечением называется изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Сечение, как и разрез, является условным изображением. Различают сечения, входящие в состав разреза и сечения, не входящие в состав разреза.

Чтобы получить на чертеже сечение какого-либо предмета, поступают так:

1. В необходимом месте мысленно проводят секущую плоскость.

2. Фигуру сечения поворачивают параллельно той плоскости проекций, на которой строится сечение.

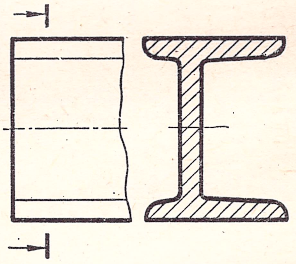


Рис. 197.

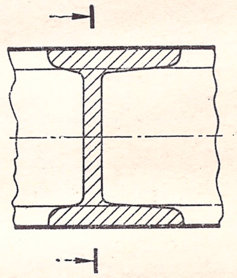


Рис. 198.

3. В свободном месте поля чертежа вычерчивают сечение.

Сечения, не входящие в состав разреза разделяются на *вынесенные* (рис. 195, *а*, сечение *А—А*) и *наложенные* (рис. 195, *а*, сечение внизу, и рис. 195, *б*).

Предпочтительно выполнять на чертежах вынесенные сечения, так как наложенные сечения затемняют чертеж и затрудняют его чтение.

Линии у вынесенного сечения изображают так же, как и разреза разомкнутой линией со стрелка-

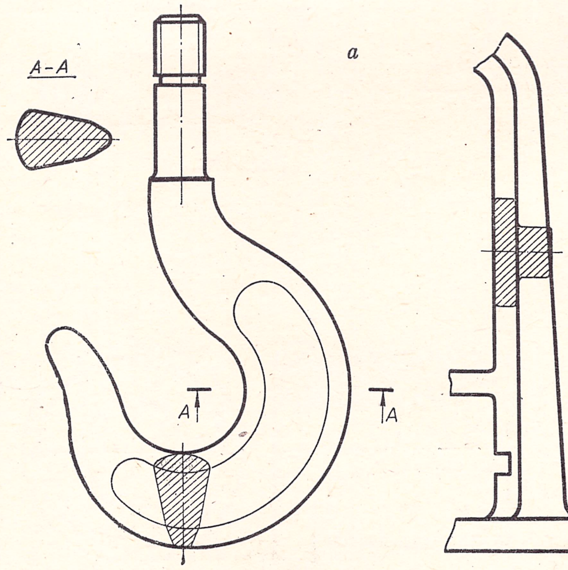


Рис. 195.

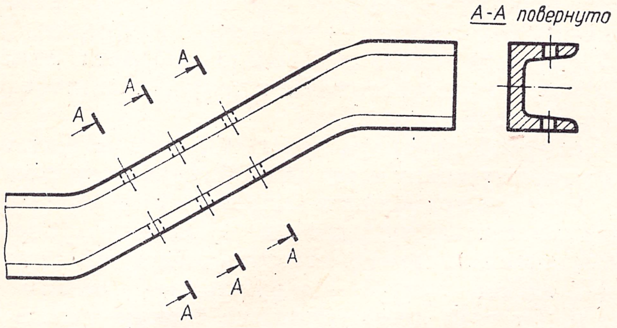


Рис. 199.

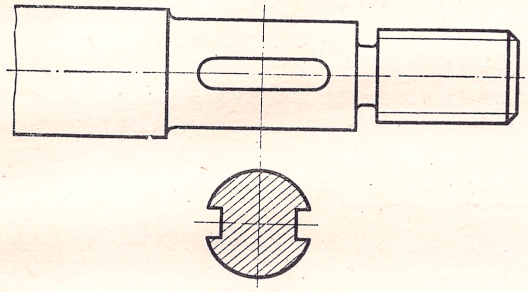


Рис. 200.

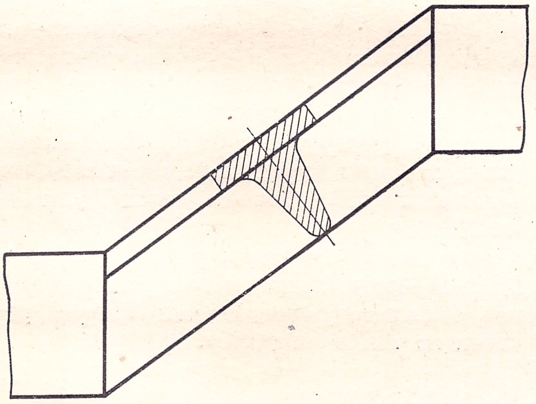


Рис. 201.

ми, указывающими направление взгляда, а само сечение сопровождают надписью по типу *А—А* (рис. 196).

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве (рис. 197) или наложенных (рис. 198) линию сечения буквами не обозначают. По построению и расположению сечение должно соответствовать направлению, указанному стрелками (рис. 196). В случае необходимости допускается располагать сечение на любом месте поля чертежа, а также с поворотом. В последнем случае к надписи должно быть добавлено слово «*повернуто*» (рис. 199).

Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, следует изображать сплошными основными линиями. Контур наложенного сечения изображают сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывается (рис. 195, *б*).

Ось симметрии вынесенного или наложенного сечения (рис. 200, 201 и 203) указывается штрихпунктирной тонкой линией без обозначения бук-

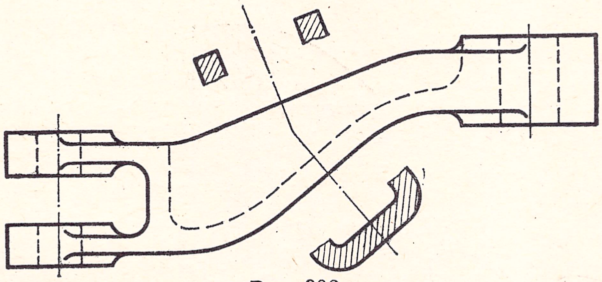


Рис. 202.

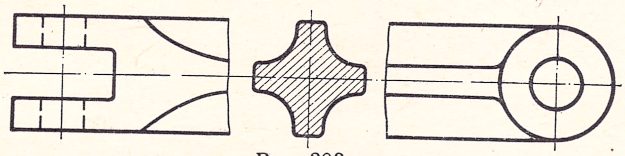


Рис. 203.

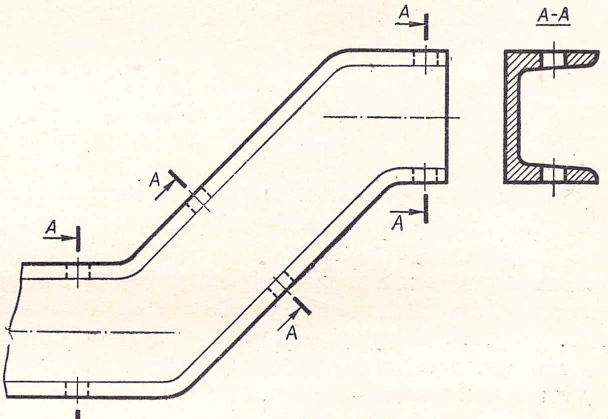


Рис. 204.

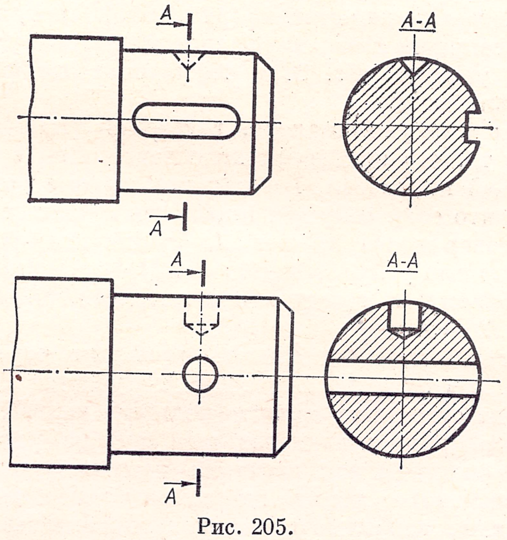


Рис. 205.

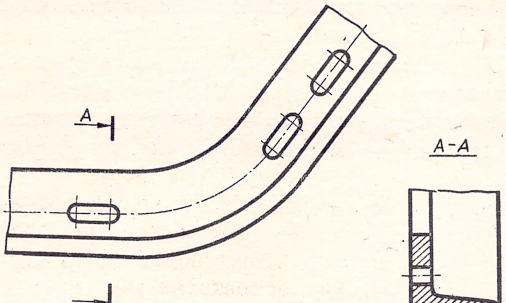


Рис. 206.

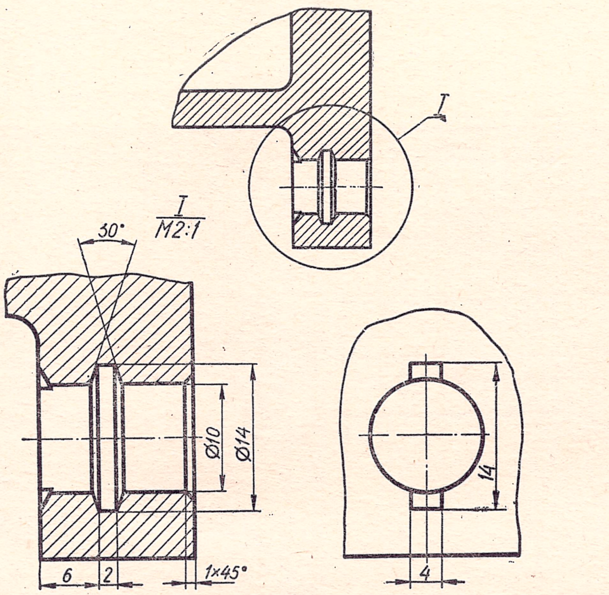


Рис. 207.

вами и стрелками и линию сечения не проводят.

Секущие плоскости выбирают так, чтобы получать нормальные поперечные сечения (рис. 202).

Если сечение имеет симметричную форму и расположено в разрыве между частями самой детали (рис. 203), то линию сечения буквами не обозначают и сечение не надписывают.

Для нескольких одинаковых сечений, относящихся к одному и тому же предмету, линии сечения следует обозначать одной и той же буквой и вычерчивать одно сечение (рис. 199, 204). Если при этом секущие плоскости направлены под различными углами (рис. 204), то надпись «*повернуто*» не наносится.

Как уже упоминалось, в сечении указывается лишь то, что находится непосредственно в самой секущей плоскости. Но как исключение установлено, что если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывается полностью (рис. 205).

Когда секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, необходимо применять разрез, а не сечение (рис. 206). Такие элементы, как шпильки маховиков, шкивов, зубчатых колес, тонкие стенки типа ребер жесткости и т. п., показывают не заштрихованными, если секущая плоскость направлена вдоль оси или длинной стороны элемента.

Выносным элементом называется дополнительное отдельное изображение какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы и размеров.

Выносной элемент обычно выполняют в более крупном масштабе, чем основное изображение. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по своему содержанию (например, изображение может быть видом, а выносной элемент — разрезом). В случаях необходимости около выносного элемента может быть показано относящееся к нему дополнительное изображение (рис. 207).

Выносной элемент располагают возможно ближе к соответствующему месту на изображении предмета.

В случае применения выносного элемента необходимо соответствующее место на виде, разрезе или сечении предмета отметить замкнутой сплошной тонкой линией — окружностью, овалом и т. п. От этой линии проводят тонкую линию — выноску, заканчивающуюся полкой, на которой римской цифрой указывается порядковый номер выносного элемента и масштаб изображения.

Надписи, буквенные и цифровые обозначения, относящиеся к видам, разрезам, сечениям и выносным элементам, должны располагаться параллельно основной надписи чертежа, как правило, над соответствующим изображением.

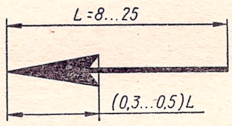


Рис. 208.

Буквы для обозначения изображений, поверхностей и размеров не должны повторяться; размещать их желательно в алфавитном порядке. Это относится и к случаю, когда чертеж выполняется на нескольких листах.

Следует избегать буквы *Ч*, так как она сходна по написанию с цифрой *4*. Стрелки для дополнительных и местных видов, а также на линиях сечения должны выполняться по типу, указанному на рис. 208.

Буквы у линии сечения и у стрелок, а также обозначения в надписи к выносному элементу должны быть большего размера, чем цифры размерных чисел на том же чертеже.

§ 18. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Ознакомившись с основными условными положениями соответствующих стандартов, применяемыми при проецировании предметов, можно приступить к непосредственному проецированию тел с применением соответствующих разрезов и сечений.

В последующих примерах построения проекций тел, координатные оси не нанесены. Расстояния между проекциями (видами) предметов определяют, исходя из выбранных на предмете баз. За базы принимают плоскости, грани, ребра, вершины, оси и другие элементы предмета.

Принимаем следующие обозначения:

фронтальная плоскость проекций — V;

горизонтальная плоскость проекций — H;

профильная плоскость проекций — W;

точки в пространстве — A, B, C, D, ...;

проекции точек на плоскости V — A_V, B_V, C_V,...;

проекции точек на плоскости H — A_H, B_H, C_H, ...;

проекции точек на плоскости W — A_W, B_W, C_W, ... ;

прямые в пространстве — a, b, c, d, ... ;

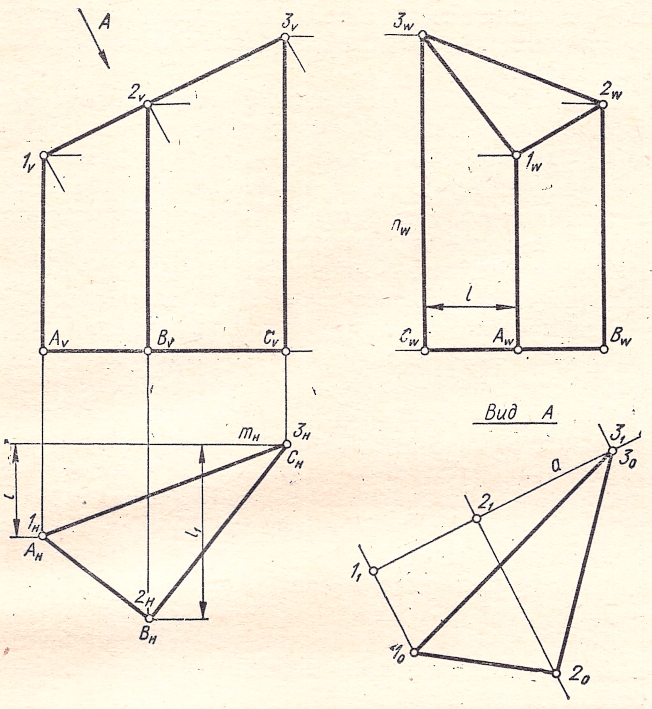


Рис. 209.

проекции прямых на плоскости V — a_V, b_V, c_V, ...;

проекции прямых на плоскости H — a_H, b_H, c_H, ...;

проекции прямых на плоскости W — a_W, b_W, c_W,...;

оси проекции — x, y, z;

плоскости — P, Q, R, ...;

следы плоскостей — k, l, m, n, ...

При решении задач приняты условные обозначения разрезов и сечений по соответствующему стандарту, однако в некоторых случаях фигуру сечения показывают незаштрихованной и часть тела, находящуюся между секущей плоскостью и глазом наблюдателя, не удаляют. Вызвано это тем, что получаемые фигуры сечения являются вспомогательными для нахождения необходимых характерных или промежуточных точек. Для таких сечений применяют выносную линию, заканчивающуюся буквенным обозначением по стандарту.

Ниже приводится ряд задач на построение видов, разрезов и сечений, решение которых значительно поможет учащимся при выполнении индивидуальных заданий.

1. ***Построение трех основных видов треугольной прямой усеченной призмы и выполнение дополнительного вида верхнего основания призмы*** (рис. 209).

Решение. Как видно из чертежа, боковые ребра призмы перпендикулярны к горизонтальной плоскости проекций. Фронтальные и профильные проекции этих ребер изображаются отрезками прямых в их натуральную величину. На горизонтальную плоскость проекции эти ребра спроецируются в точки. Нижнее основание призмы на фронтальную и профильную плоскости проекции проецируется в виде прямых линий, так как основание параллельно плоскости H; горизонтальная проекция этого основания изображается треугольником в натуральную величину. На фронтальную плоскость проекций верхнее основание призмы проецируется в прямую линию, так как призма усечена фронтально-проецирующей плоскостью. Горизонтальная и профильная проекции верхнего основания представляют собой треугольники не натуральной величины.

Покажем, для примера, проецирование ребра $C3$. Фронтальная проекция $C_V 3_V$ этого ребра изображается отрезком в натуральную величину; на горизонтальную плоскость проекций ребро проецируется в точку ($C_H \equiv 3_H$). Для нахождения профильной проекции этого ребра намечают базовую плоскость (горизонтальный след ее обозначен m_H, профильный n_W), проведенную через точку C, и выбирают C_W. На прямой n_W откладывают отрезок $C_W 3_W = C_V 3_V$. Из точки C_W проводят прямую, параллельную плоскости H, и от C_W откладывают на этой прямой отрезок $C_W A_W = l$, равный расстоянию от A_H до m_H. На перпендикуляре, восставленном к $C_W A_W$ в точке A_W, откладывают отрезок $A_W 1_W = A_V 1_V$. Профильную проекцию $B_W 2_W$ находят аналогично. Соединяя 1_W, 2_W, 3_W, получают профильную проекцию фигуры сечения.

Для выявления размеров фигуры сечения призмы показан дополнительный вид A. Для построения этого вида проводят базовую прямую a, параллельную $1_V 3_V$. Из точек 1_V, 2_V, 3_V опускают перпендикуляры на прямую a *, которые в пересечении с ней отметят точки 1_1, 2_1, 3_1. На этих перпендикулярах откладывают $1_1 1_0 = l$ и $2_1 2_0 = l_1$. Точка 3_0 определена на базовой прямой.

2. ***Построение трех основных видов треугольной усеченной пирамиды и выполнение дополнительного вида*** (рис. 210).

Решение. Основание пирамиды параллельно горизонтальной плоскости проекций и прое-

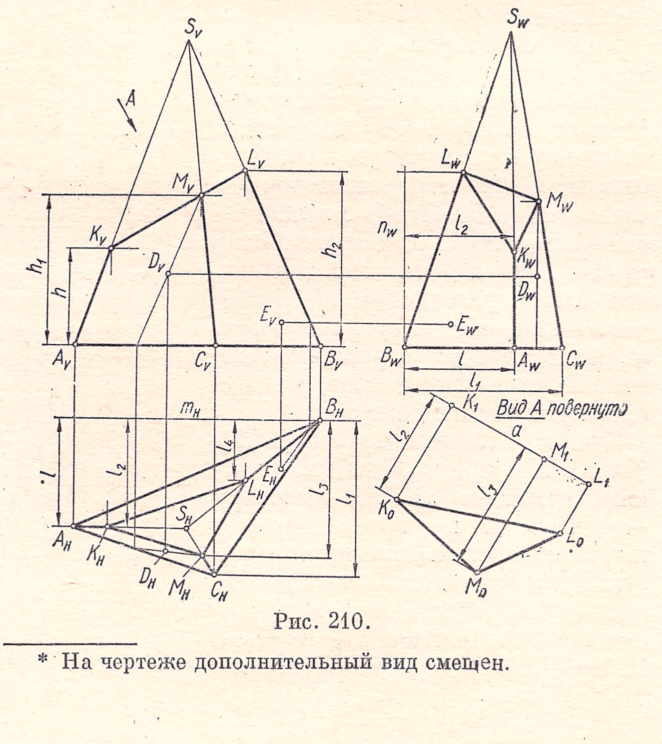


Рис. 210.

* На чертеже дополнительный вид смещен.

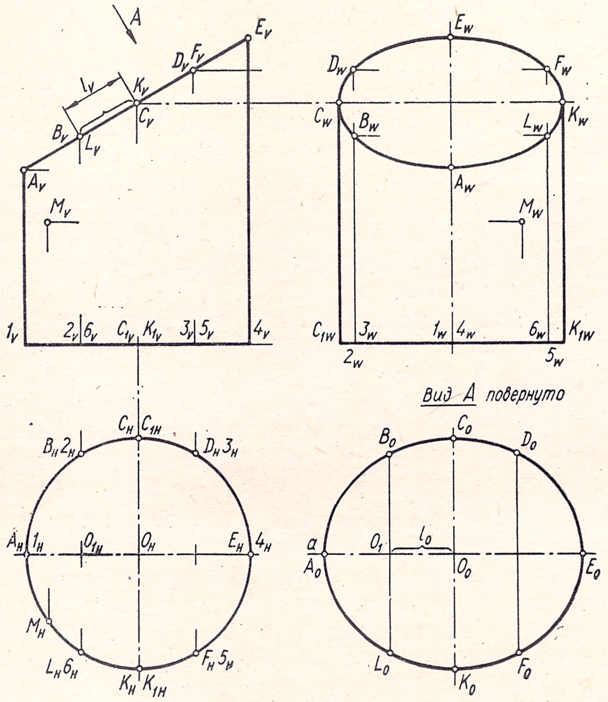


Рис. 211.

цируется на эту плоскость в натуральную величину ($A_H B_H C_H$). Фронтальная проекция $A_V\ B_V\ C_V$ основания представляет собой прямую линию.

Фронтальная проекция $K_V L_V M_V$ сечения пирамиды — так же прямая линия, так как мы воспользовались фронтально-проецирующей плоскостью сечения.

Горизонтальные проекции $K_H L_H M_H$ точек сечения находят в точках пересечения вертикальных линий связи $K_V K_H$, $L_V L_H$, $M_V M_H$ с соответствующими горизонтальными проекциями ребер пирамиды.

Для построения профильной проекции пирамиды намечают базовую плоскость, проходящую через какую-либо точку пирамиды, например, фронтальную плоскость (следы m_H и n_W), проведенную через точку B. Профильную проекцию A_W точки A получим, если отложим от B_W на горизонтальной линии расстояние l, равное расстоянию A_H от m_H. Аналогично находят C_W. Проекцию B_W отмечают в зависимости от выбираемой базовой плоскости.

Для нахождения проекции K_W точки K, принадлежащей сечению, отмечают на n_W высоту h этой точки и на горизонтальной линии откладывают расстояние l_2, (равное для данного случая l), равное расстоянию от K_H до m_H. Аналогично находят L_W и M_W. Полученные проекции K_W, L_W, M_W соединяют между собой и соответствующими проекциями A_W, B_W, C_W точек нижнего основания пирамиды.

Если требуется построить проекции каких-либо точек D и E, лежащих на поверхности пирамиды, можно воспользоваться следующими построениями: при данной проекции D_H точки D проекции D_H и D_W находят при помощи прямой общего положения, проведенной через точку D; проекция E_V точки E задана, а проекции E_H и E_W находят, проведя через точку E горизонталь.

Для выявления натуральной величины треугольника сечения пирамиды проводят на любом месте чертежа прямую a, на которой отмечают произвольную точку K_1. В этой точке восставляют перпендикуляр к прямой a, на котором откладывают расстояние $K_1K_0 = l_2$, и отмечают точку K_0. Для построения точки M_0 откладывают от точки K_1 на прямой a отрезок $K_1M_1 = K_VM_V$. В точке M_1 восставляют перпендикуляр к прямой a, на котором откладывают расстояние $M_1M_0 = l_3$.

Точку L_0 находят аналогично. Треугольник $K_0L_0M_0$ — натуральная величина треугольника сечения (вид A).

3. ***Построение трех основных видов усеченного цилиндра вращения и выполнение дополнительного вида*** (рис. 211).

Р е ш е н и е. Построение проекций усеченного цилиндра аналогично построению проекций усе-

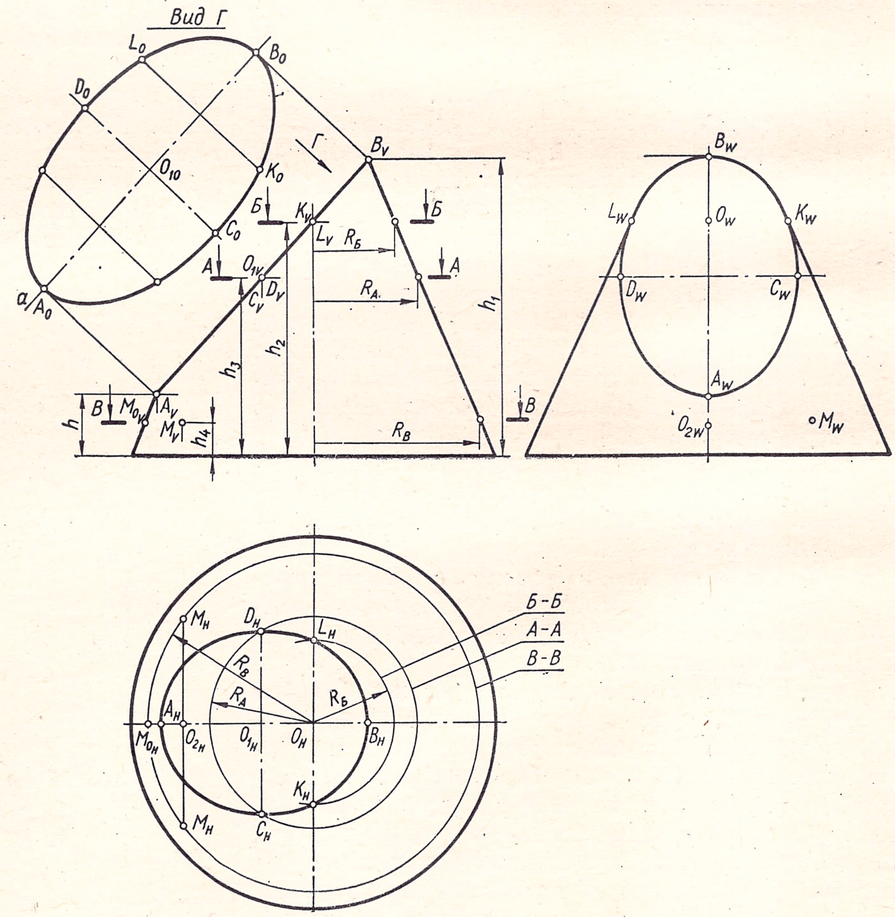


Рис. 212.

ченной призмы, но в этом случае вместо ребер призмы проецируют образующие цилиндра.

Для построения проекций данного цилиндра делят его нижнее основание на произвольное число равных частей, например на шесть, и через каждое деление проводят образующие.

Образующие цилиндра *A1*, *B2*, ..., *L6*, *A1* проецируются на фронтальную и профильную плоскости проекции в отрезки прямых, а на горизонтальную плоскость проекций — в точки, так как эти образующие перпендикулярны к плоскости H.

Нижнее основание *12 ... 61* цилиндра параллельно плоскости H и спроецируется на фронтальную и профильную плоскости проекций в прямые линии, а на горизонтальную плоскость это основание спроецируется в окружность данного радиуса.

Так как цилиндр усечен фронтально-проецирующей плоскостью, фронтальная проекция $A_V B_V$ ... $L_V A_V$ сечения представляет собой прямую линию, горизонтальная проекция $A_H B_H$ ... ...$L_H A_H$ сечения представляет собой кривую линию, горизонтальная проекция $A_H B_H$... $L_H A_H$ сечения совпадает с горизонтальной проекцией (окружностью) нижнего основания. На профильную плоскость проекций это сечение спроецируется в эллипс $A_W B_W$ ...$L_W A_W$ не натуральной величины. Для построения профильной проекции цилиндра за базу удобно выбрать ось симметрии цилиндра в профильной проекции. В точке пересечения этой оси с профильной проекцией нижнего основания цилиндра отмечают точки 1_W, 4_W.

Откладывают $1_W A_W = 1_V A_V$ и $4_W E_W = 4_V E_V$, а вправо и влево от 1_W, 4_W откладывают радиус основания цилиндра и отмечают точки C_{1W} и K_{1W}. В этих точках восставляют перпендикуляры к $C_{1W}K_{1W}$, на которых откладывают отрезки $C_{1W}C_W = C_{1V}C_V$ и $K_{1W}K_W = K_{1V}K_V$. Профильные проекции B_W и D_W точек находят, отложив от 1_W, 4_W влево 2_W, 3_W, т. е. отрезок, равный расстоянию от 2_H и 3_H до оси симметрии цилиндра $1_H 4_H$, и на перпендикуляре, восставленном из этих точек к нижнему основанию цилиндра, отмечают $2_W B_W = 2_V B_V$ и $3_W D_W = 3_V D_V$. Аналогично находят L_W и F_W.

Если требуется построить проекции какой-либо точки M по данной ее фронтальной проекции M_V, то горизонтальная проекция M_H находится в точке пересечения вертикальной линии связи $M_V M_H$ с горизонтальной проекцией цилиндра, так как цилиндр является горизонтально-проецирующей поверхностью. Для нахождения профильной проекции M_W откладывают от 1_W, 4_W вправо отрезок, равный расстоянию от M_H до оси симметрии цилиндра $1_H 4_H$; восставляют в этой точке перпендикуляр к профильной проекции нижнего основания цилиндра и откладывают на нем высоту точки M.

Для выявления натуральной величины фигуры сечения (эллипса) показан дополнительный вид *А*. Для его построения проводят прямую *a*, которую принимают за базу, и откладывают на ней отрезок $A_0 E_0 = A^V E^V$, равный натуральной величине большой оси эллипса сечения. К отрезку $A_0 F_0$ восставляют перпендикуляр в средней точке O_0, на котором откладывают $O_0 C_0 = O_H C_H$ и $O_0 K_0 = O_H K_H$. От точки O_0 откладывают расстояние $l_0 = l_V$. В полученной на оси точке O_1 восставляют перпендикуляр и откладывают на нем отрезки $O_1 B_0 = O_{1H} B_H$ и $O_1 L_0 = O_{1H} L_H$. Точки D_0 и F_0 находят аналогично.

4. ***Построение трех основных видов усеченного конуса вращения и выполнение дополнительного вида.***

Решение. Если конус вращения рассекать разными плоскостями, то в зависимости от их положения получим различные фигуры сечения. Если секущая плоскость перпендикулярна к оси конуса, то фигурой сечения будет круг; если секущая плоскость наклонена к оси конуса и пересекает все его образующие, то фигурой сечения будет эллипс; если секущая плоскость параллельна двум образующим, то в сечении получают гиперболу; если секущая плоскость параллельна одной из образующих конуса, то в сечении получают параболу; если секущая плоскость проходит через вершину конуса и пересекает основание, то фигура сечения будет треугольник.

На рис. 212 показан усеченный конус вращения. Требуется построить проекции конуса и изобразить натуральную величину фигуры сечения. На фронтальную плоскость проекций конус проецируется в четырехугольник. Горизонтальная проекция конуса изображена окружностью нижнего основания и эллипсом (фигурой сечения).

Для построения горизонтальной проекции фигуры сечения находят сначала характерные точки A_H и B_H, ограничивающие горизонтальную проекцию большой оси эллипса и находящиеся в точках пересечения вертикальных линий связи $A_V A_H$ и $B_V B_H$ с горизонтальными проекциями контурных образующих конуса. Для определения горизонтальных проекций C_H и D_H точек, ограничивающих малую ось эллипса, проводят через середину $A_V B_V$ (натуральную величину большой оси эллипса сечения) точку O_{1V} горизонтальную секущую плоскость *А—А* * и полученным радиусом R_A проводят на горизонтальной проекции окружность, которая в пересечении с вертикальными линиями связи $C_V C_H$ и $D_V D_H$ определит C_H и $D_H \cdot C_H D_H$ — натуральная величина малой оси эллипса.

Горизонтальные проекции K_H и L_H находят аналогично (проведя вспомогательную секущую плоскость *Б—Б*). Полученные горизонтальные проекции точек соединяют плавной кривой.

Для более точного построения эллипса находят ряд промежуточных точек при помощи дополнительных секущих плоскостей, как указано выше.

Для построения профильной проекции конуса выбирают за базу ось симметрии конуса, которую проводят в удобном для проецирования месте. Профильные проекции A_W и B_W находят, отложив

---

* Линии сечения *А—А*, *Б—Б* и т. д. в дальнейшем будем называть секущими плоскостями *А—А*, *Б—Б* и т. д.

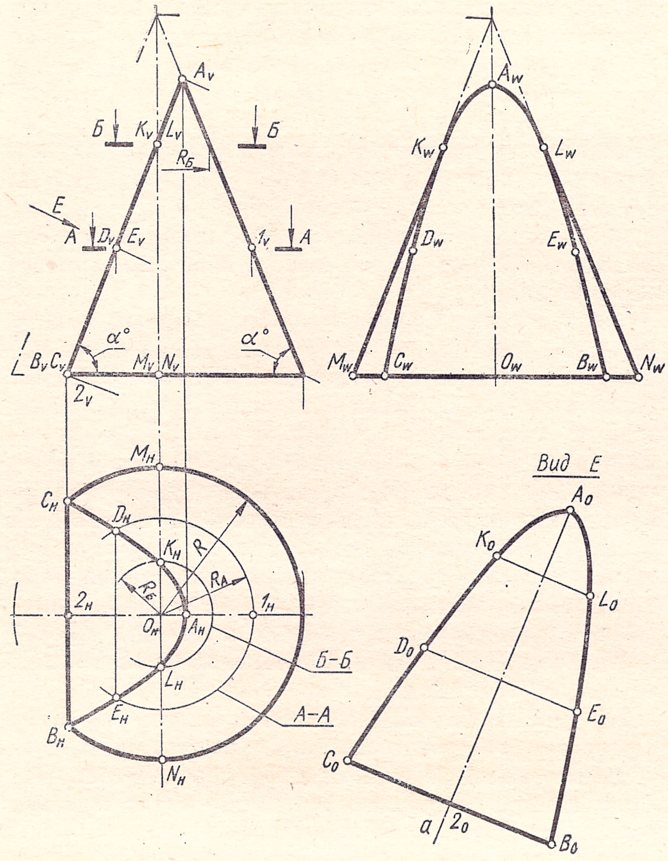


Рис. 213.

на профильной проекции от нижнего основания по оси конуса высоту h точки A и высоту h_1 точки B. При условии сохранения проекционной связи профильные проекции этих же точек могут быть найдены обычным проецированием *.

Профильные проекции K_W и L_W точек могут быть найдены обычным проецированием или отмечают на профильной проекции по оси конуса от нижнего основания высоту h_2 этих точек и от полученной точки O_W вправо и влево откладывают $O_WK_W = O_HK_H$ и $O_WL_W = O_HL_H$.

Профильные проекции C_W и D_W точек находят на уровне высоты h_3 аналогично построению K_W и L_W.

Для построения проекций точки M при данной ее фронтальной проекции M_V проводят через M_V вспомогательную секущую плоскость $B—B$ и полученным радиусом R_B проводят на горизонтальной проекции окружность, которая в пересечении с вертикальной линией связи M_VM_H определяет проекцию M_H. Проекцию M_W определяют по высоте h_4, т. е. на горизонтальной линии связи, проведенной из точки M_V. От точки O_{2W} (пересечения этой линии связи с профильной проекцией оси конуса) откладывают вправо или влево $O_{2W}M_W = O_{2H}M_H$.

Если дана горизонтальная проекция M_H точки M и требуется построить M_V и M_W, то проводят через M_H окружность сечения радиусом O_HM_H и на оси симметрии конуса отмечают точку M_{0H}, а через проекцию M_{0V}, лежащую на вертикальной линии связи M_{0H} M_{0V}, проводят линию сечения $B—B$. В точке пересечения вертикальной линии связи M_H M_V с линией сечения $B—B$ находят M_V. Построение M_W уже показано.

Чтобы изобразить натуральную величину фигуры сечения конуса выполняют дополнительный вид $Г$. Для его построения проводят прямую линию a, параллельную A_VB_V и отмечают натуральную величину A_0B_0 большой оси эллипса. Из O_{1V} опускают перпендикуляр на A_0 B_0 и по обе стороны этого перпендикуляра от точки O_{10} откладывают $O_{10}C_0 = O_{1H}C_H$ и $O_{10}D_0 = O_{1H}D_H$. По малой оси C_0D_0 и большой оси A_0B_0 строят эллипс.

5. ***Построение проекций конуса вращения, усеченного плоскостью, и построение натуральной величины фигуры сечения*** (угол наклона плоскости сечения равен углу наклона контурной образующей к основанию конуса, рис. 213). Необходимо построить горизонтальную проекцию сечения и профильную проекцию усеченного конуса при данных фронтальной проекции усеченного конуса и горизонтальной проекции основания конуса.

Р е ш е н и е. Как видно из чертежа, на фронтальную плоскость проекций усеченный конус проецируется в треугольник. Горизонтальная проекция этого конуса представляет собой дугу окружности данного радиуса R основания и замкнутую линию, состоящую из параболы и прямой. Для построения горизонтальной проекции конуса намечают центр O_H и данным радиусом R проводят дугу окружности, которая в пересечении с вертикальными линиями связи B_VB_H и C_VC_H определит B_H и C_H. Горизонтальная проекция точки A_H — вершины параболы — находится в точке пересечения вертикальной линии связи A_VA_H с горизонтальной проекцией контурной образующей конуса.

Для построения проекций промежуточных точек D и E, проводят через эти точки вспомогательную секущую плоскость $A—A$, которая пересекает контурную образующую в точке *1*. Радиусом $R_A = O_H1_H$ проводят в горизонтальной проекции окружность, которая в пересечении с вертикальными линиями связи E_VE_H и D_VD_H отметит точки E_H и D_H.

Горизонтальные проекции K_H и L_H точек K и L находят, проведя секущую плоскость $Б—Б$ и описав радиусом $R_Б$ из O_H дугу окружности до пересечения ее с вертикальными линиями связи K_VK_H и L_VL_H.

Для построения профильной проекции усеченного конуса проводят в этой проекции ось симметрии конуса, которая служит базой для построения. На выбранной оси от основания конуса откладывают высоту точки A и отмечают A_W. Профильные проекции C_W и B_W находят, отложив от O_W влево и вправо от оси $O_WC_W = 2_HC_H$ и $O_WB_W = 2_HB_H$. Профильные проекции K_W и L_W промежуточных точек находят, отложив на высоте этих точек вправо и влево от оси симметрии

* Термин «обычное проецирование» предусматривает решение задачи лишь построением соответствующих линий связи без каких-либо дополнительных построений, т. е. использование проекционного соответствия.

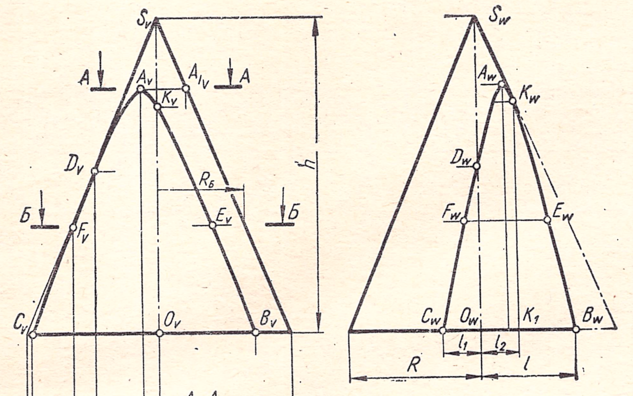
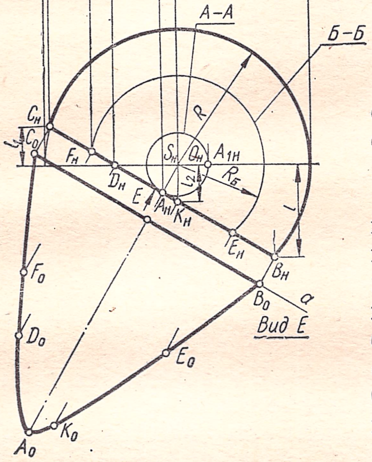


Рис. 214.



соответствующие расстояния $R_Б = O_H K_H = O_H L_H$.

Для построения профильных проекций M_W и N_W точек контурных образующих откладывают от O_W вправо и влево отрезки, равные R. Соединяют M_W с K_W и N_W с L_W прямыми линиями.

Для построения натуральной величины фигуры сечения (среза) показан дополнительный вид E *. Проводят прямую a, параллельную $2_V A_V$, и в точке пересечения перпендикуляра из A_V с прямой a отмечают A_0 — вершину параболы. Аналогично находят на прямой a точку 2_0. Для нахождения точек B_0 и C_0 откладывают от точки 2_0 вправо и влево отрезки $2_0 B_0 = 2_H B_H$ и $2_0 C_0 = 2_H C_H$. Аналогично находят промежуточные точки D_0, E_0 и точки K_0, L_0.

6. ***Построение проекций конуса вращения, если дана горизонтальная и фронтальная проекции конуса с основанием радиуса R и высотой h, и изображение натуральной величины фигуры сечения*** (конус усечен плоскостью, параллельной двум образующим конуса, рис. 214).

Р е ш е н и е. Горизонтальная проекция $C_H B_H$ гиперболы сечения конуса плоскостью, параллельной двум образующим конуса, представляет собой прямую линию, так как секущая плоскость является горизонтально-проецирующей.

Фронтальные проекции B_V и C_V находят обычным проецированием. Для нахождения фронтальной проекции A_V — вершины гиперболы — проводят из S_H радиусом $S_H A_H$ ($S_H A_H \perp C_H B_H$) дугу окружности до пересечения ее с горизонтальной проекцией контурной образующей. В пересечении получают A_{1H} и обычным проецированием находят A_{1V}. Через A_{1V} проводят горизонтальную секущую плоскость $A — A$, которая в пересечении с вертикальной линией связи $A_H A_V$ отметит A_V.

Точку D, принадлежащую гиперболе сечения и левой контурной образующей конуса, находят в горизонтальной проекции в точке пересечения горизонтальной проекции левой контурной образующей конуса с горизонтальным следом секущей плоскости.

Фронтальную проекцию D_V находят в точке пересечения вертикальной линии связи $D_H D_V$ с фронтальной проекцией левой контурной образующей конуса.

Для нахождения промежуточных точек E и F проводят вспомогательную секущую плоскость, линия сечения которой обозначена $Б — Б$, и находят $R_Б$ — радиус окружности сечения. Этим радиусом проводят в горизонтальной проекции дугу окружности, которая в пересечении с горизонтальным следом плоскости сечения определяет E_H и F_H. В точках пересечения вертикальных линий связи $F_H F_V$ и $E_H E_V$ с линией сечения $A — A$ находят F_V и E_V.

Для построения профильной проекции усеченного конуса проводят вертикальную прямую, на которой откладывают $O_W S_W$ — высоту конуса. Влево от O_W на расстоянии R отмечают точку, соединив которую с S_W, получают профильную проекцию контурной образующей. Вправо от O_W откладывают $O_W B_W = l$, а влево — $O_W C_W = l_1$. Профильную проекцию K_W — точки перехода контурной образующей в кривую — находят, отложив от O_W вправо отрезок, равный l_2, и в полученной точке K_1 восставляют перпендикуляр к $O_W B_W$, который в пересечении с профильной проекцией контурной образующей отметит K_W. Профильные проекции E_W и F_W промежуточных точек находят аналогично или обычным проецированием.

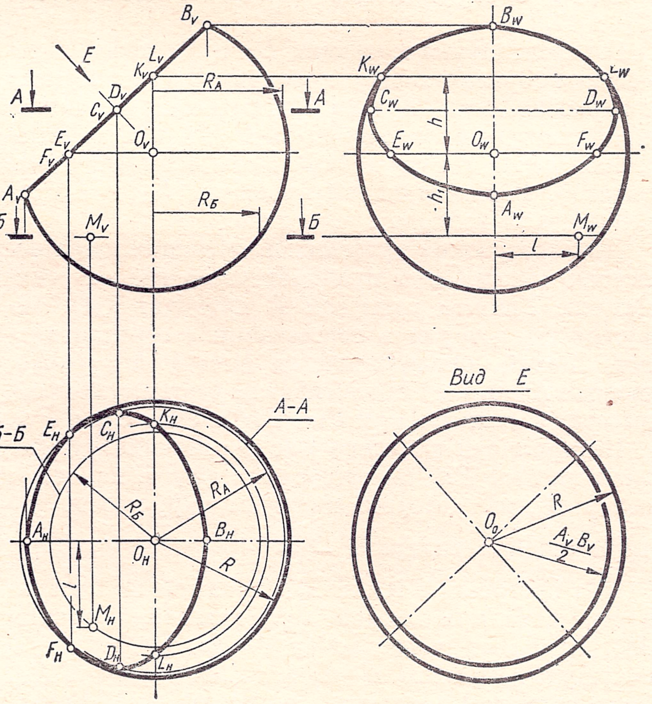


Рис. 215.

* На чертеже дополнительный вид E смещен.

Дополнительный вид E изображает натуральную величину сечения (гиперболу).

Для построения вида E проводят параллельно $C_H B_H$ прямую a, на которую из точек C_H и B_H опускают перпендикуляры, отмечающие в пересечении с ней точки C_0 и B_0. Из A_H опускают на прямую a перпендикуляр, на котором откладывают высоту точки A, определяющую A_0. Аналогично получают остальные точки гиперболы.

7. ***Построение проекций усеченного шара радиуса R и выполнение натуральной величины фигуры сечения*** (рис. 215).

Р е ш е н и е. На фронтальную плоскость проекций фигура сечения спроецируется в прямую линию ($A_V B_V$), так как секущая плоскость является фронтально-проецирующей. Горизонтальная проекция фигуры сечения представляет собой эллипс, малая ось $A_H B_H$ которого определена в точках пересечения вертикальных линий связи $A_V A_H$ и $B_V B_H$ с горизонтальной проекцией меридиана шара.

Для построения на горизонтальной проекции большей оси эллипса делят $A_V B_V$ пополам и отмечают $C_V D_V$. Через $C_V D_V$ проводят вспомогательную секущую плоскость, линия сечения которой обозначена $A — A$, и радиусом R_A проводят на горизонтальной проекции окружность сечения. Пересечения вертикальных линий связи $C_V C_H$ и $D_V D_H$ с окружностью сечения отметят точки C_H и D_H.

Горизонтальные проекции E_H и F_H точек пересечения горизонтальной проекции фигуры сечения с горизонтальной проекцией шара находят аналогично построением точек C_H и D_H; при этом вспомогательную секущую плоскость проводят через экватор. Горизонтальные проекции K_H и L_H точек сечения находят аналогично.

Для построения профильной проекции шара намечают точку O_W и проводят через нее ось симметрии. Данным радиусом R проводят дугу окружности, которая в пересечении с горизонтальной линией, проведенной на высоте $h = O_V K_V$, отметит K_W и L_W. Аналогично на соответствующих высотах находят A_W и B_W, C_W и D_W, E_W и F_W.

Натуральная величина фигуры сечения изображена на виде E. Для построения вида E намечают центр O_0, из которого проводят окружность фигуры сечения радиусом $\frac{A_V B_V}{2}$.

Для построения точки M, лежащей на поверхности шара при данной фронтальной проекции M_V, проводят через точку M вспомогательную секущую плоскость $Б—Б$ и находят радиус $R_Б$. Этим радиусом проводят в горизонтальной проекции окружность, которая в пересечении с вертикальной линией связи $M_V M_H$ определяет горизонтальную проекцию M_H точки M.

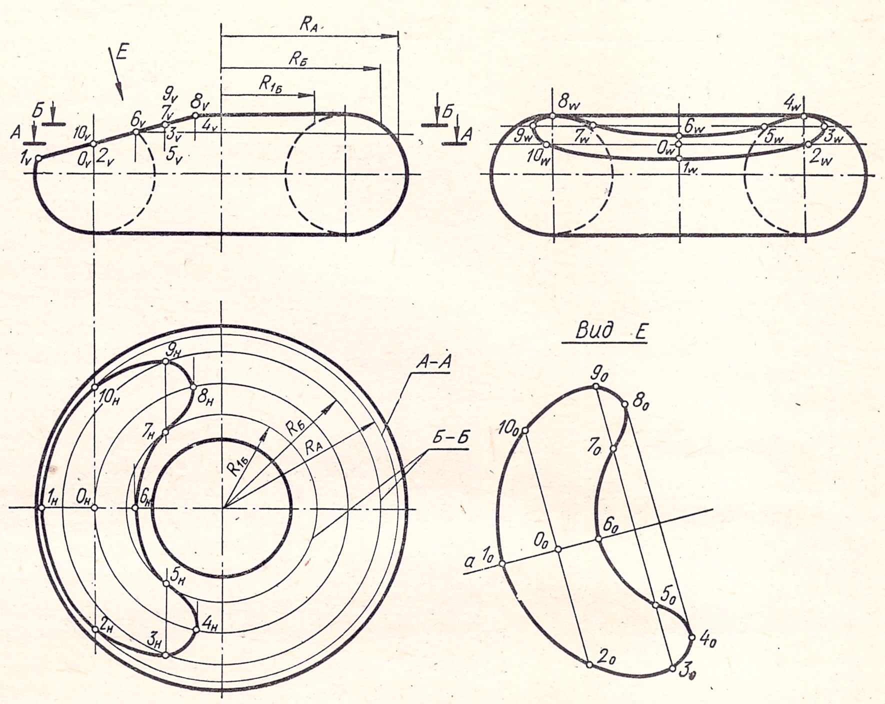


Рис. 216.

Проекцию M_W находят на расстоянии h_1, отложив на профильной проекции вправо от оси симметрии отрезок l.

8. ***Построение трех проекций усеченной поверхности тора и выполнение дополнительного вида*** (рис. 216).

Р е ш е н и е. Фронтальная проекция усеченного тора строится по данным размерам. Как видно из чертежа, на фронтальную плоскость проекций фигура сечения тора спроецируется в прямую линию, так как сечение лежит во фронтально-проецирующей плоскости. Горизонтальные проекции 1_H, 4_H, 6_H и 8_H характерных точек фигуры сечения находят обычным проецированием. Горизонтальные проекции 2_H и 10_H точек сечения находят, проведя вспомогательную секущую плоскость $A—A$ и описав на горизонтальной проекции радиусом R_A окружность, пересекающую вертикальные линии связи $2_V 2_H$ и $10_V 10_H$ в искомых точках. Для нахождения горизонтальных проекций точек 3, 5, 7 и 9 проводят вспомогательную секущую плоскость $Б—Б$ и найденными радиусами на горизонтальной проекции описывают дуги окружностей до пересечения с соответствующими вертикальными линиями связи: радиусом $R_Б$ до пересечений $3_V 3_H$ и $9_V 9_H$ в точках 3_H и 9_H, радиусом $R_{1Б}$ до пересечений $5_V 5_H$ и $7_V 7_H$ в точках 5_H и 7_H. Найденные проекции ($1_H 2_H$ ... $10_H 1_H$) точек соединяют плавной кривой. Профильную проекцию тора находят обычным проецированием.

Профильные проекции 3_W и 9_W точек, принадлежащих линии сечения, находят, отложив на профильной проекции от оси симметрии тора вправо и влево по горизонтальным линиям связи отрезки

$\frac{3_W 9_W}{2} = \frac{3_H 9_H}{2}$. Профильные проекции остальных точек, принадлежащих линии сечения, находят аналогично.

Натуральная величина фигуры сечения показана на дополнительном виде E. Для его построения проводят параллельно фронтальной проекции фигуры сечения ($1_V 8_V$) прямую a и отмечают на ней точку 1_0. От точки 1_0 на прямой a откладывают отрезок $1_0 O_0 = 1_V O_V$. В точке O_0 к прямой a восставляют перпендикуляр, на котором откладывают отрезки $O_0 2_0 = O_H\ 2_H$ и $O_0 10_0 = O_H\ 10_H$. Аналогично находят остальные точки.

§ 19. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ПРЯМОЙ ПРИЗМЫ

Призма имеет в нижней своей части призматический вырез, а в верхней части ступенчатый срез. Построить проекции тела, определить натуральную величину наклонного сечения и относительное положение отдельных элементов, указанных на теле (рис. 217). Построение наглядного изображения тела см. на рис. 234 и 235.

Решение. Фронтальные a_V, b_V, c_V, d_V и профильные a_W, b_W, c_W, d_W проекции боковых ребер представляют собой прямые линии натуральной величины, которые на горизонтальную плоскость проекций проецируются в точки.

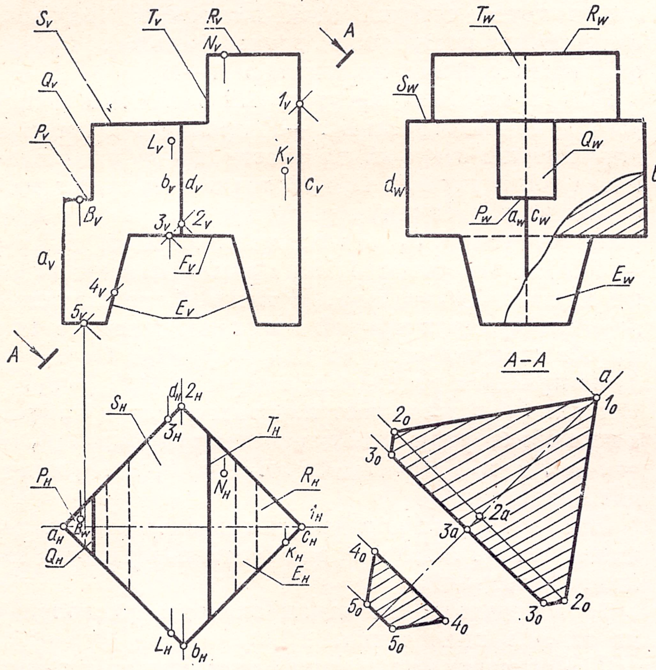


Рис. 217.

Треугольная грань P на горизонтальной плоскости проекций изображена треугольником P_H в натуральную величину, а фронтальная P_V и профильная P_W проекции изображены прямыми линиями, так как эта площадка представляет собой одновременно фронтально- и профильно-проецирующую плоскость.

На фронтальную и горизонтальную плоскости проекций прямоугольная грань Q проецируется в прямые линии, так как эта грань расположена в профильной плоскости. На профильную плоскость проекций грань Q проецируется в прямоугольник (Q_W) натуральной величины.

Шестиугольная грань S и треугольная грань R проецируются аналогично треугольной грани P, а четырехугольная грань T — аналогично грани Q.

Боковые грани E нижнего призматического выреза проецируются на фронтальную плоскость проекций в прямые линии E_V. Горизонтальные E_H и профильные E_W проекции боковых граней этого выреза изображаются равнобочными трапециями.

Горизонтальная грань нижнего выреза F проецируется аналогично граням P, S и R верхних срезов. Чтобы построить натуральную величину фигуры сечения тела плоскостью $A — A$, проводят прямую a параллельно секущей плоскости $A—A$, и отмечают на ней точку 1_0. От точки 1_0 на прямой a откладывают отрезок $1_0 2_a = 1_V 2_V$. В точке 2_a восставляют перпендикуляр к прямой a и откладывают на нем по обе стороны от точки 2_a отрезки $2_a 2_0$, равные расстоянию от точки 2_H до горизонтальной оси симметрии тела. От точки 2_a на прямой a откладывают отрезок $2_a 3_a = 2_V 3_V$. В точке 3_a восставляют перпендикуляр к прямой a и откладывают на нем по обе стороны отрезки 3_a, 3_0, равные расстоянию от точки 3_H до горизонтальной оси симметрии тела. Аналогично находят точки 4_0 и 5_0. Если требуется определить относительное положение точек B, K, N и L, взятых на поверхности тела, то необходимо:

1. Определить, на каком элементе поверхности тела расположена та или иная точка.
2. Построить недостающие проекции этих точек.
3. Определить расстояния от исследуемых точек до плоскостей проекций и относительное положение этих точек.

Так, например, для определения относительного положения точек B, K, N и L, взятых на поверхности тела, при заданных проекциях K_V, L_V, N_H и B_H этих точек необходимо:

а) установить, что точки L и K расположены на передних гранях призмы;

б) обычным проецированием найти горизонтальные проекции точек L и K и фронтальные проекции точек B и N;

в) по фронтальным B_V и N_V точек установить, что точка N расположена выше, чем точка B; по горизонтальным проекциям этих точек можно установить, что точка N расположена ближе к плоскости V, чем точка B. Относительное положение точек L и K определяют аналогично.

В этом случае и в других, приведенных на ряде рисунков в дальнейшем, сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, определяющих натуральную величину сечения. Применение разрезов с нанесением элементов деталей, расположенных за секущей плоскостью, усложнит чтение выполненного сечения.

§ 20. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ДЕТАЛИ (ПОДСТАВКА)

Деталь имеет боковые прорези. Построить проекции, определить натуральную величину наклонного сечения и относительное положение отдельных элементов, указанных на поверхности детали (рис. 218). *Построение наглядного изображения детали см. на рис.* 238 *и* 239.

Решение. Нижнее и верхнее основания детали на фронтальную и профильную плоскости проекций проецируются в прямые линии, так как эти основания лежат в горизонтальных плоскостях.

На горизонтальную плоскость проекций эти основания проецируются в виде прямоугольников в натуральную величину. Правая и левая боковые грани детали на фронтальную плоскость проекций проецируются в прямые линии, так как эти грани лежат во фронтально-проецирующих плоскостях, а на горизонтальную и профильную плоскости эти грани проецируются в равнобочные трапеции.

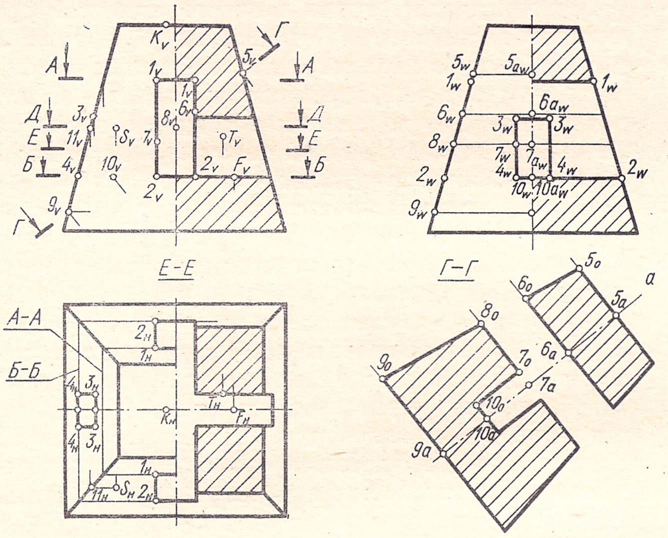


Рис. 218.

Передняя и задняя грани пирамиды на фронтальную и горизонтальную плоскости проекций проецируются в равнобочные трапеции, а на профильную плоскость проекции — в прямые линии, так как эти грани лежат в профильно-проецирующих плоскостях.

Построение линий пересечения тела с поперечным и продольным призматическими отверстиями сводится к нахождению точек пересечения ребер призмы с гранями детали.

Линии пересечения четырехугольной призмы, ребра которой перпендикулярны к плоскости V, с деталью изображаются в виде двух замкнутых линий. Фронтальные проекции 1_V1_V, 2_V2_V этих линий пересечения представляют четырехугольники, а профильные проекции 1_W1_W, 2_W2_W являются прямыми линиями, совпадающими с профильными проекциями соответствующих граней детали, так как эти грани являются профильно-проецирующими плоскостями.

Для построения горизонтальных проекций 1_H точек, принадлежащих линиям пересечения, проводят через 1_V1_V горизонтальную секущую плоскость $A—A$ и строят четырехугольник сечения $A—A$. Точки пересечения вертикальных линий связи 1_V1_H с соответствующими сторонами четырехугольника сечения определяют горизонтальные проекции 1_H, 1_H искомых точек. Горизонтальные проекции точек 2 находят аналогично при помощи секущей плоскости $Б—Б$.

Четырехугольная призма $3\ 3\ 4\ 4$, ребра которой перпендикулярны к плоскости W, также образует в пересечении с деталью две замкнутые линии. Фронтальные проекции 3_V4_V линий пересечения совпадают с фронтальными проекциями боковых граней призмы, так как эти грани являются фронтально-проецирующими плоскостями.

Профильные проекции $3_W3_W4_W4_W$ линий пересечения представляют собой четырехугольники.

Для построения горизонтальных проекций точек, принадлежащих линии пересечения, проводят вертикальные линии связи 3_V3_H. Откладывают вверх и вниз от точки пересечения вертикальных линий связи 3_V3_H с осью симметрии тела отрезки, равные расстояниям от точки 3_W до оси симметрии тела в профильной проекции.

Горизонтальные проекции 4_H, 4_H определяют аналогично. Фронтальная и профильная проекции изображены в соединении половины вида и половины разреза.

В горизонтальной проекции выполнен разрез $Е—Е$ в соединении с видом. Горизонтальные проекции точек сечения этой плоскостью находят аналогично построению горизонтальных проекций точек сечения плоскостью $A—A$.

Для построения натуральной величины фигуры сечения плоскостью $Г—Г$ проводят прямую a параллельно секущей плоскости $Г—Г$ и отмечают на ней точку 5_a*. В этой точке к прямой a восставляют перпендикуляр, на котором по обе стороны от точки 5_a откладывают отрезки $5_a5_0 = 5_aw5_W$. От точки 5_a на прямой a откладывают отрезок $5_a6_a = 5_V6_V$. В точке 6_a восставляют перпендикуляр к прямой a и откладывают на нем по обе стороны отрезки $6_a6_0 = 6_aw6_W$. От точки 6_a по прямой a откладывают отрезок $6_a7_a = 6_V7_V$. В точке 7_a восставляют перпендикуляр к прямой a и по обе стороны его откладывают отрезки $7_a7_0 = 7_aw\ 7_W$ и $7_a8_0 = 7_aw8_W$. Точки 9_0 и 10_0 находят аналогично.

Если требуется определить относительное положение точек F, K, S и T, взятых на поверхности тела, то необходимо:

1. Определить, на каком элементе расположена та или иная точка.
2. Построить недостающие проекции этих точек.
3. Определить расстояния данных точек от плоскостей проекций и их относительное положение.

Так, например, для определения относительного положения точек K, F, S и T, взятых на поверхности тела, при данных проекциях K_H, F_H, S_V и T_V этих точек необходимо:

* На чертеже сечение $Г—Г$ смещено.

а) установить, что точка K расположена на верхнем основании пирамиды, а точка F — на нижней горизонтальной грани продольной призмы;

б) обычным проецированием найти фронтальные проекции искомых точек;

в) по фронтальным проекциям K_V и F_V точек установить, что точка K расположена выше, чем точка F. По горизонтальным проекциям этих точек можно установить, что точки K и F расположены на одинаковом расстоянии от плоскости V.

При дальнейшем исследовании устанавливают, что точка T расположена на задней грани продольной призмы, а точка S — на передней грани тела.

Горизонтальная проекция точки T проецируется на горизонтальную проекцию задней грани продольной призмы. Для построения горизонтальной проекции S_H проводят через точку S вспомогательную секущую плоскость $Д—Д$, которая пересечет переднюю грань тела по горизонтали $11S$. Фронтальная проекция 11_VS_V этой горизонтали совпадает с линией сечения $Д—Д$, а горизонтальная проекция 11_HS_H параллельна горизонтальной проекции передней стороны основания тела.

Горизонтальная проекция S_H лежит на пересечении вертикальной линии связи S_VS_H с горизонтальной проекцией 11_HS_H горизонтали. По горизонтальным проекциям S_H и T_H видно, что точка S расположена дальше, чем точка T.

§ 21. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДА

Тело имеет боковые выемки. Построить проекции, найти линии пересечения цилиндров, прорезающих тело, выполнить натуральную величину наклонного сечения и найти относительное положение отдельных элементов, указанных на теле (рис. 219). *Построение наглядного изображения тела см. на рис.* 242—244.

Решение. Прямой параллелепипед имеет призматические выемки, ограниченные гранями Q, N, P и цилиндрические отверстия диаметров d и d_1. Профильная проекция выполнена в соединении половины вида с половиной соответствующего разреза.

Фронтальные и профильные проекции боковых ребер a, b, c, d призмы изображены отрезками прямых в их натуральную величину и проецируются на горизонтальную плоскость проекций в точки, так как эти ребра являются горизонтально-проецирующими линиями.

Верхнее M и нижнее E основания тела проецируются на плоскости V и W в прямые линии, так как эти основания лежат в горизонтальных плоскостях. Горизонтальные проекции оснований тела изображены в виде фигуры в натуральную величину: нижнего основания — прямоугольник, а верхнего основания — прямоугольник с проекциями выемок.

Грани Q и P призматической выемки проецируются на плоскость V в прямые линии, так как они являются фронтально-проецирующими плоскостями, а на плоскость H эти грани проецируются в виде четырехугольников.

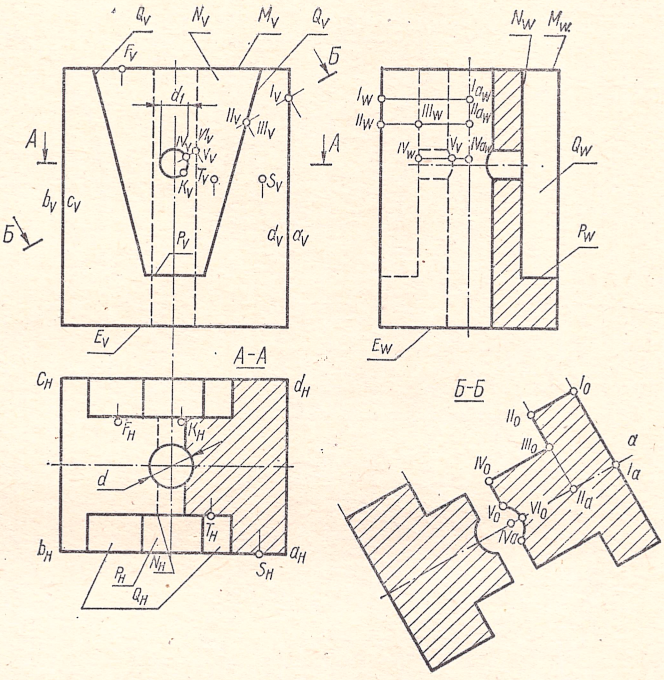


Рис. 219.

На профильную плоскость проекций грани N и P проецируются в прямые линии, а грань Q — в прямоугольник. Грани N проецируются на плоскость V равнобочными трапециями, а на плоскость H — отрезками прямых.

Линии пересечения цилиндров диаметров d и d_1 проецируются на фронтальную плоскость проекций в окружность диаметра d_1, так как этот цилиндр является фронтально-проецирующей поверхностью, а на горизонтальную плоскость проекций в дуги окружности цилиндра диаметра d, являющейся горизонтально-проецирующей поверхностью. Профильные проекции линий пересечения этих цилиндров находят обычным проецированием.

Для построения натуральной величины фигуры сечения плоскостью $Б—Б$ проводят прямую a, параллельно секущей плоскости $Б—Б$, и отмечают на ней точку I_a*. В этой точке к прямой a восставляют перпендикуляр, на котором по обе стороны от точки I_a откладывают отрезки $I_aI_0 = I_WI_W$. От точки I_a на прямой a откладывают отрезок $I_aII_a = I_VII_V$. В точке II_a восставляют перпендикуляр к прямой a и откладывают на нем по обе стороны от точки II_a отрезки $II_aIII_0 = II_WIII_W$ и $II_aII_0 = II_WII_W$. От точки II_a на прямой a откладывают отрезок $II_aIV_a = II_V - IV_V$. Из точки IV_a восставляют перпендикуляр к прямой a и откладывают на нем по обе стороны от точки IV_a отрезки $IV_aIV_0 = IV_WIV_W$ и $IV_aV_0 = IV_WV_W$. От точки I_a на прямой a откладывают отрезок $I_a - VI_0 = I_V - VI_V$. Точки, принадлежащие кривым, и нижнюю часть фигуры сечения плоскостью $Б—Б$ строят аналогично.

Для определения относительного положения точек F, K и T, взятых на поверхности тела, при

* На чертеже сечение $Б—Б$ смещено.

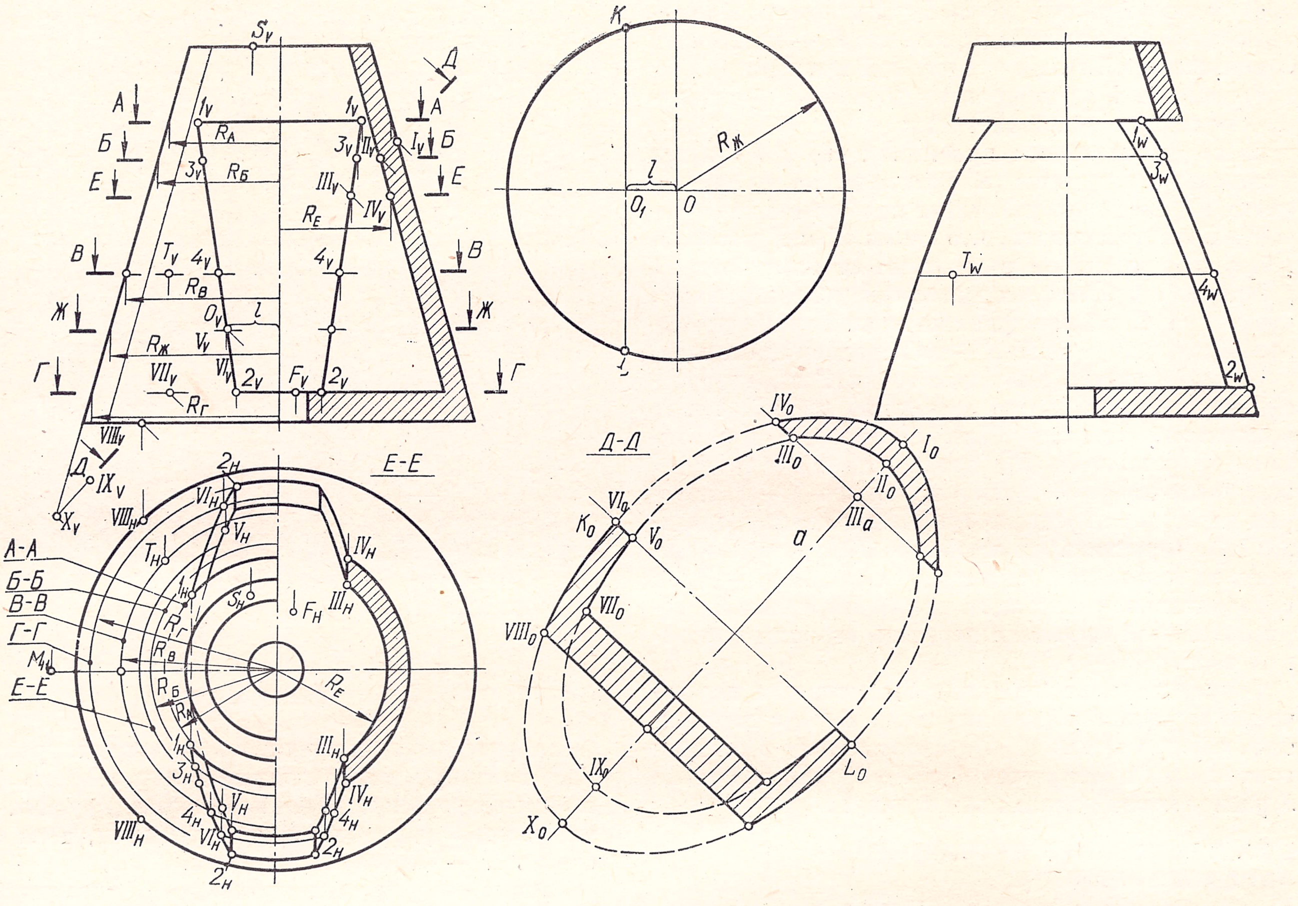


Рис. 220.

данных проекциях K_H, F_H, S_V и T_V этих точек необходимо:

а) установить, что точка F расположена на верхнем основании призмы, а точка K — на поверхности цилиндра диаметра d_1;

б) обычным проецированием найти фронтальные проекции искомых точек;

в) по фронтальным проекциям K_V и F_V точек установить, что точка F расположена выше, чем точка K. По горизонтальным проекциям этих точек можно установить, что точки K и F расположены на одинаковом расстоянии от плоскости V.

При дальнейшем исследовании устанавливают, что точка T расположена на грани N выемки, а точка S — на передней грани тела. Горизонтальные проекции этих точек находятся на горизонтальных проекциях соответствующих граней. По горизонтальным проекциям S_H и T_H видно, что точка S расположена дальше, чем точка T, а по фронтальным проекциям этих точек видно, что точки T и S расположены на одинаковом расстоянии от H.

§ 22. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ПОЛОГО КОНУСА

Построение проекций детали, линий пересечения конуса вращения с призмой, пересекающей деталь, определение натуральной величины наклонного сечения и относительное положение отдельных элементов, взятых на поверхности тела (рис. 220).

Решение. Конус вращения пересекается призмой по двум замкнутым кривым линиям, представляющим собой дуги окружностей и гипербол (призма пересекает внешний и внутренний конусы, для которых построение линий пересечений аналогично).

Для построения линий пересечения конуса вращения с призмой находят линии сечения граней призмы с поверхностью конуса.

Линия сечения *11* верхней грани призмы с поверхностью конуса представляет собой дугу окружности. Нижняя грань призмы пересекает поверхность конуса также по дуге *22* окружности. Линии сечения *12* боковых граней призмы с поверхностью конуса в данном случае представляют собой гиперболы, так как угол наклона этих граней к основанию конуса больше угла наклона контурных образующих к основанию конуса.

На фронтальную плоскость проекций линии пересечения призмы с конусом спроецируются в трапецию $1_V 1_V 2_V$, 2_V, так как призма является фронтально-проецирующей поверхностью.

Для нахождения горизонтальной проекции линии сечения верхней грани призмы с поверхностью конуса проводят через $1_V 1_V$ вспомогательную секущую плоскость $A—A$ и находят радиус окружности сечения R_A, которым проводят на горизонтальной проекции окружность и на пересечении этой окружности с вертикальными линиями связи $1_V 1_H$ отмечают точки 1_H, 1_H (горизонтальные

проекции точек пересечения ребер призмы с поверхностью конуса).

Для нахождения горизонтальной проекции линии сечения нижней грани призмы с поверхностью конуса проводят через 2_V2_V вспомогательную горизонтальную плоскость $Г—Г$ и аналогично предыдущему построению находят горизонтальную проекцию 2_H2_H. Найденные точки 1 и 2 являются точками перегиба кривых пересечения призмы с конусом.

Для нахождения горизонтальных проекций точек, принадлежащих линиям сечения боковых граней призмы с конусом, намечают на фронтальных проекциях этих кривых ряд точек (3_V, 4_V, ...) и проводят через эти точки вспомогательные секущие горизонтальные плоскости $Б—Б$, $В—В$ ... Соответствующими радиусами $R_Б$, $R_В$, ... проводят на горизонтальной проекции окружности, которые при пересечении с соответствующими вертикальными линиями связи 3_V3_H, 4_V4_H, ... определяют точки 3_H, 4_H, ..., принадлежащие горизонтальным проекциям гипербол сечения.

Профильные проекции 1_W, 2_W, ... точек, принадлежащих линиям сечения, находят на горизонтальных линиях связи 1_V1_W, 2_V2_W, ... Так, например, для нахождения проекции 1_W необходимо на профильной проекции вправо (если требуется найти ей симметричную точку, то и влево) от оси конуса на линии связи 1_V1_W отложить отрезок, равный расстоянию проекции от точки 1_H до горизонтальной оси симметрии тела. Аналогично находят проекции 2_W, 3_W, ...

Фронтальная и профильная проекции детали показаны в соединении половины вида и половины разреза. В горизонтальной проекции показан разрез $Е—Е$ в соединении с половиной вида.

Для нахождения натуральной величины фигуры сечения плоскостью $Д—Д$ проводят параллельно этой плоскости прямую a *, на которую проецируют соответствующие точки с фронтальной проекции. Так, спроецировав I_VX_V на прямую, определяют большую ось $I_0\ X_0$ эллипса сечения внешней поверхности детали (конуса). Аналогично находят большую ось II_0IX_0 эллипса сечения внутренней поверхности детали. Для нахождения точек III_0 необходимо предварительно найти горизонтальные проекции этих точек. Для этого проводят через III_V вспомогательную секущую плоскость $Е—Е$ и находят радиус R_E окружности сечения. Этим радиусом проводят на горизонтальной проекции окружность и на пересечении вертикальной линии связи III_VIII_H с этой окружностью засекают точку III_H. Чтобы найти эти точки на сечении $Д—Д$, необходимо из точки III_V опустить перпендикуляр на прямую a и из точки пересечения III_a отложить по обе стороны перпендикуляра отрезки, равные расстоянию от III_H до оси симметрии тела на горизонтальной проекции. Так же находят точки IV_0, V_0, VI_0 и VII_0. Для нахождения точки VIII_0 проводят через точку VIII_V вертикальную линию связи до пересечения с горизонтальной проекцией окружности нижнего основания в точках VIII_H. На перпендикуляре, опущенном из VIII_V на большую ось эллипса, по обе стороны от этой оси откладывают расстояние от точки VIII_H до оси симметрии тела на горизонтальной проекции.

Если требуется найти меньшую ось эллипса, то делят I_VX_V пополам, отмечая O_V — центр оси. Через O_V проводят секущую горизонтальную плоскость $Ж—Ж$ и находят радиус $R_Ж$ окружности сечения. На свободном месте чертежа проводят этим радиусом окружность и от центра O окружности откладывают отрезок $OO_1 = l$, равный расстоянию от точки O_V до оси конуса на фронтальной проекции. Прямая, проведенная через точку O_1 параллельно вертикальной центровой окружности, пересечет окружность радиуса $R_Ж$ в точках K и L. Расстояние KL равно искомой оси эллипса.

Для построения проекций точки, например T, взятой на задней части поверхности конуса (при данной фронтальной проекции T_V этой точки), проводят через T_V горизонтальную плоскость $В—В$ и найденным радиусом $R_В$ окружности сечения описывают на горизонтальной проекции окружности. Проекция T_H находится в точке пересечения горизонтальной проекции окружности сечения с вертикальной линией связи, проведенной через T_V. Профильную проекцию T_W точки находят обычным проецированием. Если дана горизонтальная проекция точки T_H, то через нее проводят дугу окружности радиусом $R_В$ до точки пересечения с горизонтальной проекцией левой образующей конуса. На фронтальной проекции этой образующей находят проекцию точки и проводят через нее след горизонтальной плоскости $В—В$. Проекция T_V является точкой пересечения вертикальной линии связи, проведенной из точки T_H со следом $В—В$.

Фронтальную проекцию F_V точки при данной проекции F_H находят в точке пересечения вертикальной линии связи F_HF_V со следом секущей плоскости $Г—Г$.

Если требуется определить относительное положение двух точек, взятых на поверхности тела, и их расстояния до плоскостей проекций, например точек S и F (при данных проекциях S_H и F_H этих точек), необходимо:

а) установить, что точка S расположена на верхнем основании усеченного конуса, а точка F — на нижней грани призмы;

б) найти S_V и F_V — фронтальные проекции этих точек;

в) по фронтальным проекциям точек S и F установить, что точка S расположена выше, чем точка F.

§ 23. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ (НЕРАЗЪЕМНЫЙ ПОДШИПНИК)

Построение проекций детали, линий пересечения конуса с конусом, конуса с цилиндром. Определение натуральной величины наклонного сечения и относительного положения отдельных элементов, указанных на детали (рис. 221).

---

* На чертеже сечение $Д—Д$ смещено.

5 2-1421

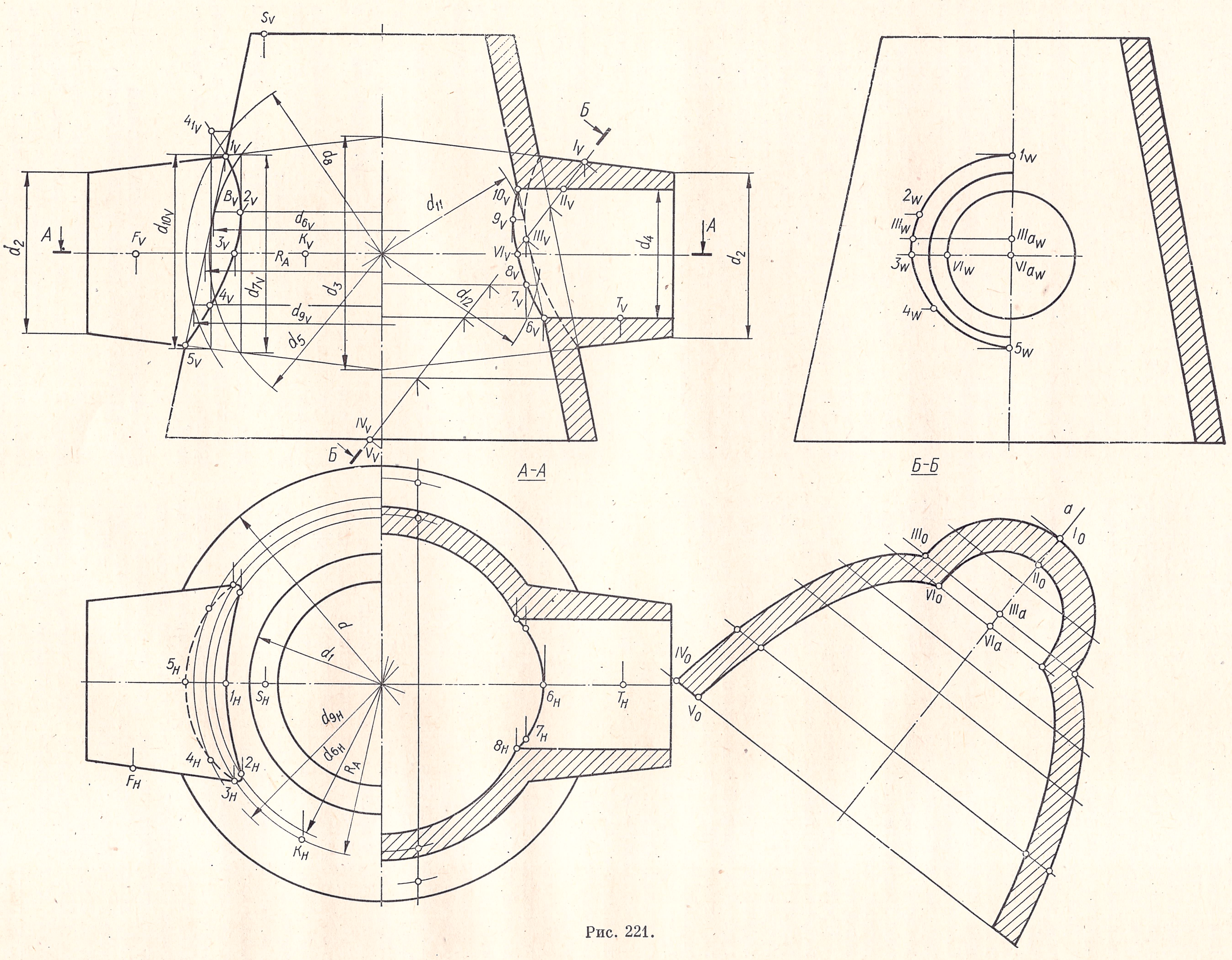


Рис. 221.

Решение. Конус вращения с диаметрами оснований d и d_1 пересекается двумя боковыми конусами вращения с диаметрами оснований d_2 и d_3. В пересечении эти конусы образуют две замкнутые кривые линии. Линии пересечения цилиндров диаметра d_4 с внутренним конусом также представляют собой две замкнутые кривые линии.

Фронтальные проекции 1_V и 5_V характерных точек, принадлежащих кривой пересечения этих конусов, находятся в точках пересечения фронтальных проекций соответствующих контурных образующих конусов.

Для построения других точек, принадлежащих линиям сечения, пользуются вспомогательными сферическими поверхностями. Оси данных поверхностей пересекаются в точке, которую принимают за центр вспомогательных сфер.

Так, например, для нахождения фронтальной проекции 2_V — характерной точки, наиболее близко расположенной к оси конуса с диаметрами оснований d и d_1, в этот конус вписывают сферу диаметра d_5, касательную к конусу. Эта сфера касается конуса с диаметрами оснований d и d_1 по окружности d_6, фронтальная проекция которой d_{6V} является прямой линией. Эта же сфера пересекает конус с диаметрами оснований d_2 и d_3 по окружности диаметра d_7, фронтальная проекция которой d_{7V} также представляет собой прямую линию. В точке пересечения d_{6V} и d_{7V} прямых находят фронтальную проекцию 2_V точки, принадлежащей линии пересечения двух конусов.

Для нахождения фронтальной проекции какой-либо промежуточной точки, например 4_V, проводят вспомогательную секущую сферическую поверхность произвольного диаметра d_8. Эта поверхность пересекает конус с диаметрами оснований d и d_1 по окружности диаметра d_9, фронтальная проекция d_{9V} которой спроецируется в прямую линию. Эта же сферическая поверхность пересекает конус с диаметрами оснований d_2 и d_3 также по окружности диаметра d_{10}, фронтальная проекция d_{10V} которой проецируется в прямую линию. В точке пересечения прямых d_{9V} и d_{10V} находят фронтальную проекцию 4_V точки, принадлежащей линии пересечения этих конусов. На чертеже показана и симметричная ей точка 4_{1V}.

Горизонтальные проекции 1_H, 5_H точек находят обычным проецированием. Горизонтальную проекцию 2_H точки находят в точке пересечения горизонтальной проекции окружности диаметра d_{6H} с вертикальной линией связи 2_V2_H. Горизонтальные проекции других промежуточных точек находят аналогично.

Для построения линии пересечения цилиндра диаметра d_4 с внутренним конусом проводят концентрические сферические поверхности диаметров d_{11} и d_{12}. При помощи сферической поверхности диаметра d_{11} найдена точка *9*, а при помощи сферической поверхности диаметра d_{12} — точка *7*. Точки *6* и *10* найдены аналогично точкам *1* и *5*.

Профильные проекции 1_W, 2_W, 5_W точек находят обычным проецированием. Фронтальная и профильная проекции показаны в соединении половины вида и половины разреза. В горизонтальной проекции показан разрез $А—А$ в соединении с половиной вида.

Чтобы найти натуральную величину сечения $Б—Б$, проводят прямую a параллельно плоскости сечения $Б—Б$, проецируют на нее с фронтальной проекции точки I_V и II_V и отмечают точки I_0 II_0. От точки I_0 на прямой a откладывают отрезок $I_0III_a = I_VIII_V$. В точке III_a восставляют перпендикуляр к прямой a и по обе стороны этого перпендикуляра откладывают $III_aIII_0 = III_aWIII_W$. От точки I_0 по прямой a откладывают отрезок $I_0VI_a = I_VVI_V$. В точке VI_a восставляют перпендикуляр к прямой a и по обе стороны его откладывают отрезок $VI_aVI_0 = VI_aWVI_W$. Точки IV_0 и V_0 находят аналогично.

Если даны фронтальные проекции точек F, K и горизонтальные проекции точек S, T, лежащих на поверхности тела, и требуется определить горизонтальные проекции первых точек и фронтальные проекции вторых точек, то F_H находят на горизонтальной проекции передней образующей конуса, на которой находится эта точка, обычным проецированием.

Чтобы найти горизонтальную проекцию K_H, используют проведенную уже плоскость сечения $А—А$; полученным радиусом R_A проводят в горизонтальной проекции окружность, которая в пересечении с вертикальной линией связи K_VK_H даст точку K_H. Фронтальные проекции точек S и T находят обычным проецированием.

Для определения относительного положения точек F, K, S, T, взятых на поверхности тела, при данных проекциях K_V, F_V, S_H, T_H этих точек необходимо:

а) установить, что точка K расположена на поверхности усеченного конуса с диаметрами оснований d и d_1, а точка F — на боковом конусе. Точка S расположена на верхнем основании конуса, а точка T — на нижней образующей цилиндрической поверхности диаметра d_4;

б) найти фронтальные и горизонтальные проекции данных точек;

в) по горизонтальным и фронтальным проекциям этих точек установить, что точка K более отдалена от плоскости V, чем все остальные точки, а точки T и S расположены на одинаковом расстоянии от плоскости V. По фронтальным проекциям этих точек видно, что точка S удалена от плоскости H на большее расстояние, чем все остальные точки.

§ 24. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ (НАПРАВЛЯЮЩАЯ ВТУЛКА)

Построение проекций детали, линий пересечения конуса с призмой, цилиндра с цилиндром, линии пересечения конуса с плоскостью. Определение натуральной величины наклонного сечения и относительного положения отдельных элементов, указанных на детали (рис. 222).

Решение. Призма пересекает конус вращения по двум замкнутым линиям, каждая из которых представляет собой дуги окружностей и парабол.

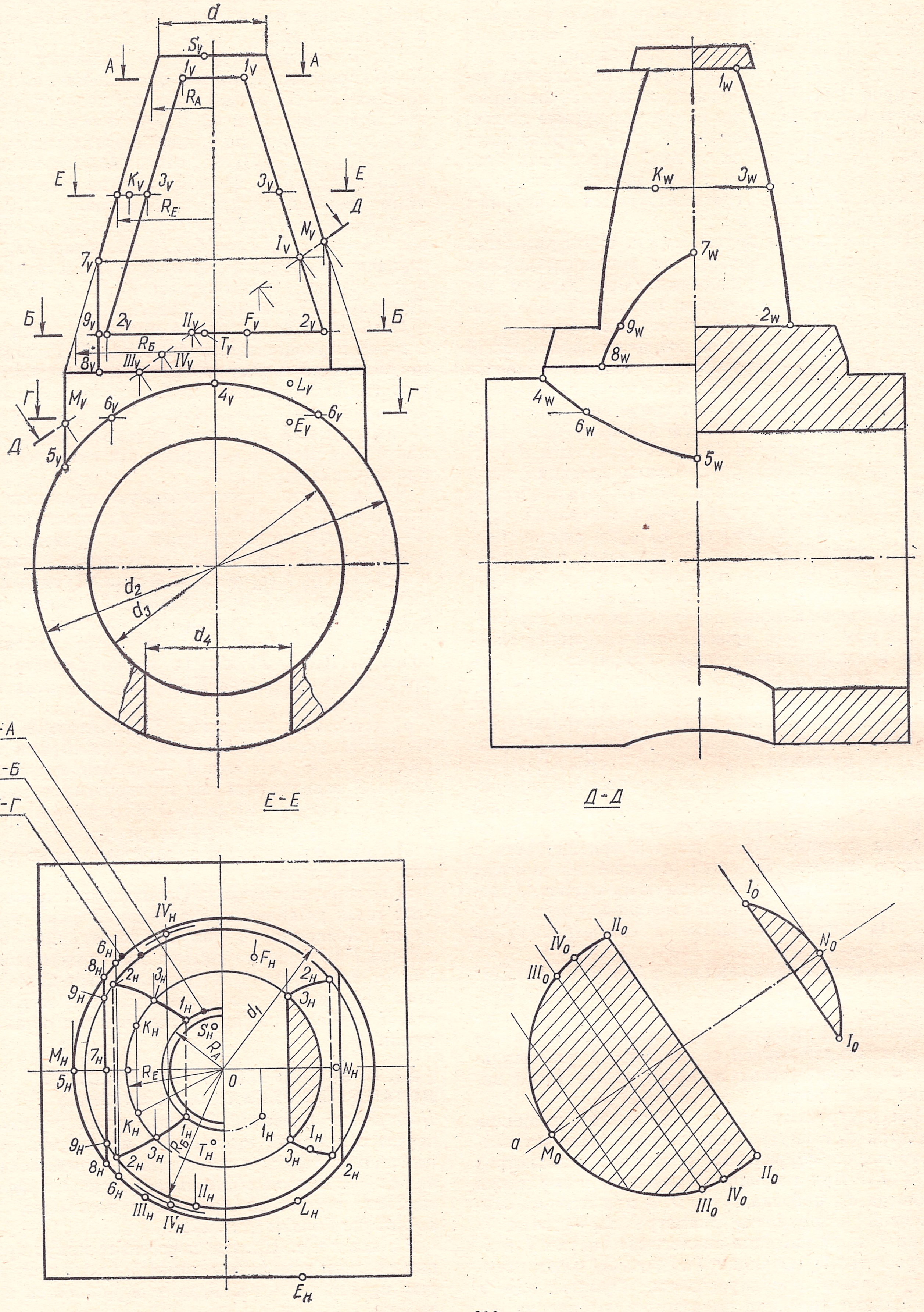


Рис. 222.

Цилиндр диаметра d_1 пересекает цилиндр диаметра d_2 по кривой линии. Цилиндр диаметра d_4 пересекает цилиндры диаметров d_2 и d_3 также по кривым линиям.

Конус усечен плоскостью, проведенной параллельно оси конуса, и образует в сечении гиперболы.

Чтобы построить линии пересечения призмы с конусом вращения, необходимо найти линии пересечения граней призмы с поверхностью конуса.

Линии сечения верхней грани 1_V1_V призмы с конусом (диаметры оснований d и d_1) представляют собой дуги окружности. Нижняя часть 2_V2_V призмы пересекает конус также по дугам окружности.

Боковые грани 1_V2_V призмы пересекают конус в данном случае по параболам, так как эти грани параллельны соответствующим контурным образующим конуса.

Фронтальные проекции линий сечения призмы с конусом спроецируются в прямые линии, так как грани призмы являются фронтально-проецирующими плоскостями.

Для нахождения горизонтальных проекций линий сечения верхней грани призмы с конусом, проводят через 1_V1_V вспомогательную горизонтальную секущую плоскость, линия сечения которой обозначена $A—A$, и находят радиус R_A окружности сечения. Этим радиусом проводят на горизонтальной проекции окружность, которая в пересечении с вертикальными линиями связи 1_V1_H определяет искомые горизонтальные проекции 1_H1_H линий сечения. При помощи секущей плоскости $Б—Б$ аналогично находят горизонтальные проекции 2_H2_H линий сечения нижней грани призмы с конусом. Найденные точки 1 и 2 являются точками перегиба кривых пересечения призмы с конусом.

Для нахождения горизонтальных проекций промежуточных точек, принадлежащих линиям сечения боковых граней призмы с конусом, проводят вспомогательные секущие горизонтальные плоскости (на чертеже проведена одна плоскость $E—E$) и находят радиус R_E окружности сечения. Этим радиусом на горизонтальной проекции проводят окружность, которая пересечет вертикальные линии связи 3_V3_H и отметит проекции 3_H, 3_H точек, принадлежащих горизонтальным проекциям парабол сечения.

Профильные проекции 1_W, 2_W, ... точек, принадлежащих кривой пересечения, находят на горизонтальных линиях связи 1_V1_W, 2_V2_W, ..., если от оси симметрии тела на профильной проекции влево и вправо по соответствующим линиям связи отложить соответственно расстояния от точек 1_H, 2_H, ... до горизонтальной оси симметрии тела. Фронтальная проекция линии пересечения цилиндров с диаметрами d_1 и d_2 совпадает с фронтальной проекцией цилиндра диаметра d_2, а горизонтальная проекция линии пересечения этих цилиндров совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра диаметра d_1, так как эти цилиндры являются соответственно фронтально-проецирующей и горизонтально-проецирующей поверхностями.

Профильные проекции 4_W, 5_W точек находят обычным проецированием. Для нахождения промежуточной точки, например 6, принадлежащей кривой пересечения, проводят через 6_V вспомогательную секущую горизонтальную плоскость $Г—Г$. Эта плоскость пересечет цилиндр диаметра d_1 по окружности этого же диаметра, а цилиндр диаметра d_2 — по образующим (на горизонтальной проекции они проведены тонкими линиями). Эти линии, пересекаясь с окружностью диаметра d_1, отмечают горизонтальные проекции 6_H точек, принадлежащих линиям сечения. Профильные проекции 6_W точек находят на горизонтальной линии связи $6_V — 6_W$, если по ней от оси тела в профильной проекции отложить расстояние от точки 6_H до горизонтальной оси симметрии тела.

Линии пересечения цилиндра диаметра d_4 с цилиндрами диаметров d_2 и d_3 находят аналогично.

Точки 7 и 8, принадлежащие кривой сечения конуса плоскостью, проведенной параллельно оси конуса, находят обычным проецированием. Для нахождения промежуточных точек, например 9, воспользуемся уже известным способом — проведем горизонтальную секущую плоскость $Б—Б$; найдем горизонтальные проекции 9_H точек, а на горизонтальной линии связи, проведенной из 9_V,— профильную проекцию 9_W этой точки.

В вариантах задачи размеры призмы и конуса изменены так, что конус может быть преобразован в цилиндр, меняются размеры оснований конуса и граней призмы. В этих случаях линии пересечения будут также изменены. Например, вместо параболы в случаях, когда боковая грань призмы будет параллельна двум образующим конуса, будет получена гипербола; если боковая грань пересечет все образующие конуса или цилиндра и будет наклонена к оси цилиндра или конуса, то в сечении будет эллипс; если боковая грань призмы, пересекая конус, пройдет через вершину конуса, она пересечет конус по образующим; если конус преобразован и боковая грань призмы параллельна оси цилиндра, то линия сечения будет образующей цилиндра. Проекции точек, принадлежащих указанным выше линиям сечения, находят аналогично предыдущим построениям.

В горизонтальной проекции показано соединение разреза $E—E$ и половины вида. В профильной проекции показано соединение половины вида и половины разреза. Во фронтальной проекции показан местный разрез.

Для нахождения натуральной величины фигуры сечения плоскостью $Д—Д$, проводят прямую a параллельно $Д—Д$, проецируют на нее под прямым углом с фронтальной проекции точки N_V и M_V и отмечают на прямой a точки N_0 и M_0. Для нахождения точек I_0 и I_0 опускают из I_V перпендикуляр на прямую a и по обе стороны этого перпендикуляра от прямой a откладывают отрезки, равные расстоянию от горизонтальной проекции 1_H этой точки до оси симметрии тела на горизонтальной проекции. Кривая $N_0I_0II_0IV_0$... является кривой линией сечения конуса плоскостью $Д—Д$, а кривая $III_0M_0III_0$ — кривой

линией сечения цилиндра диаметра d_1 этой же плоскостью.

Аналогично находят точки II_0, III_0 и другие промежуточные точки, принадлежащие натуральной величине кривой сечения. Промежуточную точку IV_0 находят путем проведения через IV_V горизонтальной секущей плоскости, нахождения радиуса окружности сечения, проведения этой окружности в горизонтальной проекции и нахождения расстояния точки пересечения вертикальной линии связи с окружностью сечения до оси симметрии тела на горизонтальной проекции. На чертеже эта секущая плоскость не показана.

Чтобы построить проекции точки, например K, взятой на поверхности конуса (при данной фронтальной проекции K_V этой точки), через K_V проводят горизонтальную плоскость $E—E$ и найденным радиусом R_E окружности сечения проводят на горизонтальной проекции окружность. Горизонтальная проекция K_H точки находится в точке пересечения горизонтальной проекции окружности сечения с вертикальной линией связи K_VK_H.

Профильную проекцию K_W точки находят обычным проецированием. В случаях задания горизонтальной проекции точки K_H, проводят на горизонтальной проекции окружность радиусом $OK_H = R_E$ и отмечают горизонтальную проекцию точки пересечения окружности с горизонтальной проекцией левой образующей конуса.

На фронтальной проекции этой контурной образующей находят фронтальную проекцию точки и проводят через нее след горизонтальной плоскости $E—E$. Проекцию K_V точки находят на пересечении линии связи K_VK_H с плоскостью $E—E$. Фронтальную проекцию F_V точки при данной проекции F_H находят в точке пересечения вертикальной линии связи со следом секущей плоскости $Б—Б$.

Для определения относительного положения точек S и T, взятых на поверхности тела, при данных горизонтальных проекциях S_H и T_H этих точек, следует:

а) установить, что точка S расположена на верхнем основании усеченного конуса, а точка T — на нижней грани призмы;

б) обычным проецированием найти S_VT_V — фронтальные проекции этих точек;

в) по фронтальным проекциям S_V и T_V точек установить, что точка S расположена выше, чем точка T.

Аналогично определяют расстояния от точек L и E до плоскости V.

§ 25. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ (КРОНШТЕЙН)

Построение проекций детали, линий пересечения призмы с пирамидой, цилиндра с пирамидой, цилиндра с цилиндром. Определение натуральной величины сечения и относительного положения отдельных элементов, указанных на поверхности детали (рис. 223).

Решение. Призма пересекает шестиугольную усеченную пирамиду по двум замкнутым ломаным линиям.

Цилиндр диаметра d_5 пересекает шестиугольную усеченную пирамиду по двум замкнутым кривым линиям. Этот же цилиндр диаметра d_5 пересекается цилиндрами диаметров d_3 и d_4 по кривым линиям.

Для построения линий пересечения призмы с шестиугольной пирамидой необходимо найти точки пересечения ребер одного многогранника с гранями другого или найти линии взаимного пересечения граней многогранников.

Линии сечения верхней грани 1_V1_V призмы с пирамидой представляют собой ломаные линии.

Нижняя грань 2_V2_V призмы пересекает пирамиду также по ломаным линиям.

Боковые грани 1_V2_V призмы пересекают пирамиду по прямым линиям.

Фронтальные проекции линий сечения призмы с пирамидой спроецируются в прямые линии, так как грани призмы являются фронтально-проецирующими плоскостями.

Для нахождения горизонтальных проекций линий сечения верхней грани призмы с пирамидой проводят через 1_V1_V вспомогательную горизонтальную секущую плоскость $A—A$, отмечают во фронтальной проекции на крайнем левом ребре пирамиды точку A_V и находят ее горизонтальную проекцию A_H в точке пересечения горизонтальной проекции этого ребра пирамиды с вертикальной линией связи A_VA_H. Через A_H проводят шестиугольник сечения, стороны которого соответственно параллельны сторонам оснований пирамиды, так как секущая плоскость $A—A$ пересекает боковые грани пирамиды по горизонталям. В точках пересечения шестиугольника сечения с горизонтальными проекциями передних и задних ребер пирамиды отмечают горизонтальные проекции 3_H — точек перегиба прямых сечения верхней грани призмы с пирамидой.

Горизонтальные проекции 1_H2_H прямых сечения боковых граней призмы с поверхностью пирамиды находят в точках пересечения соответствующих горизонтальных проекций шестиугольников сечения с вертикальными линиями связи 1_V1_H и 2_V2_H.

Профильные проекции 1_W, 2_W, ... точек сечения находят на горизонтальных линиях связи 1_V1_W, 2_V2_W, отложив от оси пирамиды на профильной проекции влево и вправо по соответствующим линиям связи, соответственно расстояния от 1_H до горизонтальной оси симметрии тела, от 2_H до горизонтальной оси симметрии тела и т. д.

Чтобы найти проекции линий пересечения цилиндра диаметра d_5 с поверхностью пирамиды, строят профильную проекцию цилиндра диаметра d_5, которая спроецируется в окружность. На нее спроецируются и профильные проекции линий сечения цилиндра с пирамидой, так как этот цилиндр является профильно-проецирующей поверхностью. Отмечают на профильной проекции окружности профильные проекции 5_W и 6_W точек и обычным проецированием находят фронтальные

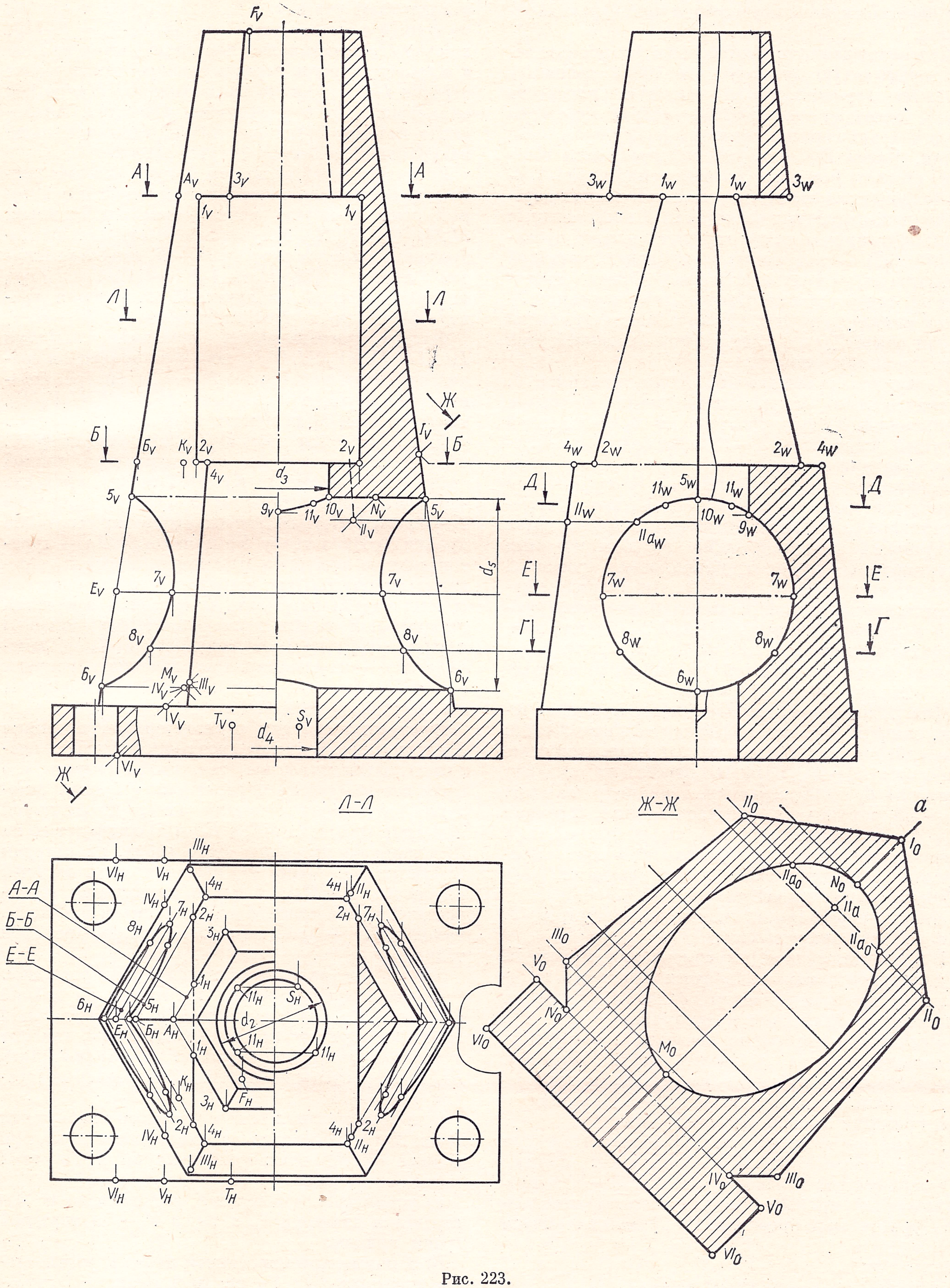


Рис. 223.

5_V и 6_V и горизонтальные 5_H и 6_H проекции точек перегиба кривой пересечения цилиндра с пирамидой.

Для нахождения проекций точек 7, проводят через профильную проекцию 7_W точки вспомогательную горизонтальную секущую плоскость $E—E$, отмечают на крайних ребрах пирамиды E_V и находят горизонтальную проекцию E_H этой точки. Через E_H проводят шестиугольник сечения, стороны которого соответственно параллельны сторонам основания пирамиды. В точках пересечения шестиугольника сечения с построенными по профильной проекции горизонтальными проекциями 7_H7_H — контурных образующих цилиндра диаметра d_5 — получают горизонтальные проекции 7_H точек сечения. Фронтальные проекции 7_V точек находят в точках пересечения вертикальной линии связи 7_H7_V с фронтальной проекцией этой контурной образующей.

Проекции промежуточной точки, например 8, принадлежащей линии пересечения цилиндра с пирамидой, находят при помощи горизонтальной секущей плоскости $Г—Г$ аналогично построению проекций точки 7.

Горизонтальная проекция линии пересечения цилиндров диаметра d_3 и d_5 совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра диаметра d_3, а профильная проекция линии пересечения этих цилиндров совпадает с профильной проекцией цилиндра диаметра d_5, так как эти цилиндры являются, соответственно, горизонтально-проецирующей и профильно-проецирующей поверхностями. Фронтальные проекции 9_V и 10_V точек, принадлежащих линии пересечения этих цилиндров, находят обычным проецированием.

Для нахождения проекций промежуточных точек, например точки 11 (между точками 9 и 10) проводят через 11_W вспомогательную секущую плоскость $Д—Д$, которая пересекает цилиндр диаметра d_5 по образующим, а цилиндр диаметра d_3 — по окружности. Горизонтальные проекции 11_H точек находят обычным проецированием, а фронтальные проекции 11_V находят в точке пересечения горизонтальной линии связи 11_W11_V с вертикальной линией связи 11_H11_V.

Линию пересечения цилиндров диаметров d_4 и d_5 находят аналогично.

В вариантах задачи размеры призмы, пирамиды и цилиндров изменены, в связи с чем соответствующие линии пересечения меняются, однако их построения аналогичны предыдущим.

Фронтальная проекция показана в соединении половины вида с соответствующим разрезом, горизонтальная проекция выполнена в соединении половины вида с разрезом $Л—Л$, в профильной проекции показан местный разрез.

Для нахождения натуральной величины фигуры сечения плоскостью $Ж—Ж$ проводят прямую a * параллельно плоскости сечения $Ж—Ж$ и проецируют под прямым углом соответствующие точки с фронтальной проекции. На прямой a отмечают в произвольном месте точку I_0 и от этой точки откладывают отрезок $I_0N_0 = I_VN_V$. От точки N_0 по прямой a откладывают отрезок $N_0II_a = N_VII_V$, в точке II_a восставляют перпендикуляр к прямой a и по обе стороны перпендикуляра откладывают отрезки II_aII_0, равные расстоянию от II_W до оси симметрии тела в профильной проекции. Аналогично находят остальные точки, принадлежащие натуральной величине фигуры сечения.

Из натуральной величины фигуры сечения видно, что она состоит из замкнутых линий, из которых одна замкнутая кривая является эллипсом $M_0II_{a_0}N_0—II_{a_0}M_0$, полученным от сечения цилиндра диаметра d_5 плоскостью $Ж—Ж$, вторая замкнутая линия $I_0II_0III_0IV_0V_0VI_0VI_0V_0IV_0III_0II_0I_0$ является ломаной, полученной от сечения граней пирамиды и призмы плоскостью $Ж—Ж$.

Фигура, ограниченная ломаными линиями $I_0II_0III_0IV_0IV_0III_0II_0I_0$, получена от сечения граней пирамиды плоскостью $Ж—Ж$, а фигура, ограниченная ломаными линиями $IV_0V_0VI_0VI_0V_0IV_0$, получена от сечения призмы этой же плоскостью.

Для построения проекций точки, например K, взятой на поверхности пирамиды (при данной фронтальной проекции K_V этой точки), проводят через K_V горизонтальную плоскость, например $Б—Б$, отмечают во фронтальной проекции на крайних ребрах точку $Б_V$ и находят $Б_H$ — горизонтальную проекцию этой точки. Через $Б_H$ проводят шестиугольник сечения, стороны которого соответственно параллельны сторонам оснований пирамиды. В точках пересечения шестиугольника сечения с вертикальной линией связи K_VK_H отмечают K_H — горизонтальную проекцию искомой точки. Профильную проекцию этой точки находят обычным проецированием.

В случаях задания горизонтальной проекции K_H точки, проводят через нее горизонтальную проекцию шестиугольника так, чтобы стороны его были соответственно параллельны сторонам основания пирамиды, отмечают на горизонтальной проекции крайнего ребра $Б_H$ и проецируют ее на фронтальную проекцию этого ребра, на котором отмечают $Б_V$. Через $Б_V$ проводят след секущей плоскости $Б—Б$ и в точке пересечения вертикальной линии связи K_HK_V со следом плоскости находят K_V — фронтальную проекцию искомой точки.

Точку K_W находят обычным проецированием.

Фронтальную проекцию F_V точки при данной проекции F_H, расположенной в горизонтальной проекции верхнего основания пирамиды, находят в точке пересечения вертикальной линии связи F_HF_V с фронтальной проекцией верхнего основания пирамиды.

Для определения относительного положения точек S и T, взятых на поверхности тела, при данных фронтальных проекциях S_V и T_V этих точек необходимо:

а) установить, что точка S расположена на поверхности диаметра d_4, а точка T — на передней грани призмы;

б) обычным проецированием найти горизонтальные проекции S_H и T_H искомых точек;

* На чертеже сечение $Ж—Ж$ смещено.

в) по горизонтальным проекциям точек S и T установить, что точка T расположена на большем расстоянии от плоскости V, чем точка S. По фронтальным проекциям S_V и T_V этих точек можно установить, что точка T расположена также на большем расстоянии от плоскости W, чем точка S. По фронтальным проекциям этих точек видно, что они расположены на одинаковом расстоянии от плоскости H.

§ 26. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ (КРЫШКА ПОДШИПНИКА)

Построение проекций детали линий пересечения сферы с цилиндрами, сферы с плоскостями, цилиндра с конусом и цилиндра с цилиндром. Определение натуральной величины наклонного сечения и относительного положения отдельных элементов, указанных на поверхности детали (рис. 224).

Решение. Для решения задачи необходимо найти:

1) линии пересечения сферы диаметра d с цилиндрами диаметра d_1;

2) линии пересечения сферы диаметра d фронтальной плоскостью $Б—Б$;

3) линии пересечения сферы диаметра d горизонтальной плоскостью $Е—Е$;

4) линии пересечения цилиндра диаметра d_2 с цилиндрами диаметров d_3 и d_4.

Для построения проекций кривой линии *12* пересечения сферы диаметра d с цилиндром диаметра d_1 отмечают горизонтальные проекции $1_H 2_H$ характерных точек. Фронтальную 1_V и профильную 1_W проекции точки *1* находят обычным проецированием.

Фронтальную проекцию 2_V точки *2* находят, проведя через 2_H вспомогательную секущую плоскость $Б—Б$ и описав на фронтальной проекции полученным радиусом $R_Б$ дугу окружности, которая в пересечении с вертикальной линией связи $2_H 2_V$ отметит 2_V. Профильную проекцию 2_W находят обычным проецированием. Аналогично находят проекции точки *4*.

Для нахождения фронтальной проекции промежуточной точки (например точки *3*) проводят между характерными точками *1* и *2* секущую плоскость $Д—Д$ и определяют радиус $R_Д$. Дальнейшие построения аналогичны построениям для нахождения 2_V. Профильную проекцию 3_W этой точки находят, отложив на профильной проекции по горизонтальной линии связи влево от оси симметрии тела отрезок равный расстоянию от 3_H до горизонтальной оси симметрии тела.

Линия сечения *24* сферы диаметра d с плоскостью $Б—Б$ проецируется на горизонтальную и профильную плоскости проекций в прямые линии $2_H 4_H$ и $2_W 4_W$, а на фронтальную плоскость проекций — в дугу $2_V 4_V$ окружности радиуса $R_Б$.

Для построения горизонтальной проекции линии сечения сферы диаметра d с горизонтальной плоскостью $Е—Е$ проводят на горизонтальной проекции полученным радиусом $R_Е$ дугу

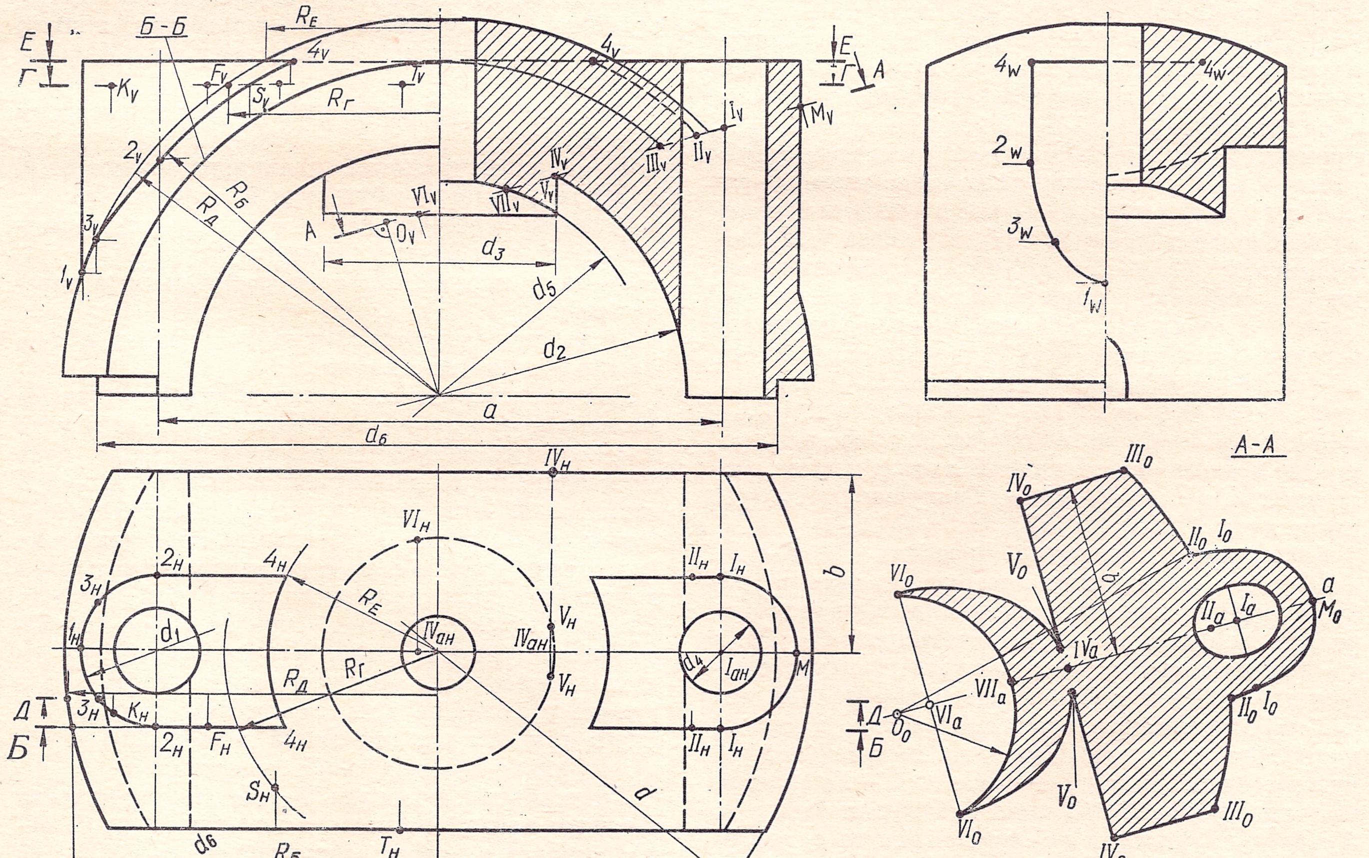


Рис. 224.

окружности до пересечения с вертикальной линией связи 4_V4_H. Фронтальная 4_V4_V и профильная 4_W4_W проекции этой дуги представляют собой прямые линии.

Фронтальная проекция линии пересечения цилиндра диаметра d_2 с цилиндром диаметра d_3 совпадает с фронтальной проекцией цилиндра диаметра d_2, так как этот цилиндр является фронтально-проецирующей поверхностью. Горизонтальная проекция линии пересечения этих цилиндров совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра диаметра d_3, так как он является горизонтально-проецирующей поверхностью. Профильная проекция этой линии пересечения находится обычным проецированием (на чертеже часть этой линии показана штриховой).

Проекции линии пересечения цилиндров диаметров d_2 и d_4 находят аналогично.

Для построения натуральной величины фигуры сечения плоскостью $A—A$ проводят параллельно этой плоскости прямую a * и под прямым углом проецируют на эту прямую соответствующие точки с фронтальной проекции. Отметив на прямой a точку M_0, строят остальные точки, принадлежащие фигуре сечения.

Точки I_0 находят, отложив на прямой a от M_0 отрезок $M_0I_a = M_VI_V$ и восставив к прямой a в точке I_a перпендикуляр, на котором в обе стороны откладывают $I_aI_0 = I_{aH}I_H$.

Аналогично находят точки II_0.

Для построения точек III_0 необходимо на прямой a от точки M_0 отложить отрезок $M_0O_0 = M_VO_V$, где O_V — точка пересечения перпендикуляра, опущенного из центра шара на линию $A—A$ и является центром окружности сечения сфер диаметров d и d_5. Из точки O_0 радиусом O_0II_0 проводят дугу окружности до пересечения с прямыми III_0IV_0, проведенными параллельно прямой a на расстоянии b. Точки пересечений являются искомыми точками III_0. От точек III_0 откладывают $III_0IV_0 = III_VIV_V$. Найденные точки IV_0 соединяют прямой, которая отметит на прямой a точку IV_a. От этой точки откладывают отрезки: по прямой IV_0IV_0 в обе стороны от a — $IV_aV_0 = IV_{aH}V_H$ (отмечая точки V_0), по прямой a — $IV_aVI_a = IV_VVI_V$ (отмечая точку VI_a). В точке VI_a восставляют перпендикуляр, на котором по обе стороны от прямой a откладывают расстояния $VI_aVI_0 = VI_{aH}VI_H$. Радиусом O_0VI_0 проводят дугу VI_0VI_0 ($IV_aVII_a = IV_VVII_V$).

Если даны фронтальные проекции F_V, K_V, S_V и T_V точек, лежащих на поверхности тела, и требуется найти горизонтальные проекции этих точек, то для данного случая проекции K_H, F_H и T_H данных точек находят на горизонтальных проекциях соответствующих поверхностей без каких-либо вспомогательных построений, а проекцию S_H находят при помощи вспомогательной горизонтальной секущей плоскости $Г—Г$, проведя на горизонтальной проекции найденным радиусом $R_Г$ дугу окружности до пересечения ее с вертикальной линией связи S_VS_H.

* На чертеже сечение $A—A$ смещено.

Для определения относительного положения точек F, K, S и T, взятых на поверхности тела, при данных проекциях K_V, F_V, S_V и T_V этих точек необходимо:

а) установить, что точка K расположена на поверхности цилиндра диаметра d_1, точка F — на передней грани, переходящей в призматическую поверхность, точка S — на шаровой поверхности и точка T — на торцовой части тела;

б) найти горизонтальные проекции F_H, K_H, S_H и T_H этих точек;

в) по горизонтальной проекции точек F, K, S и T установить, что точка T наиболее удалена от плоскости V, а точка K расположена ближе к плоскости V. По фронтальным проекциям этих точек видно, что все они расположены на одинаковом расстоянии от плоскости H.

§ 27. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ (ГОЛОВКА ШАТУНА)

Построение проекций детали, линии пересечения цилиндров, цилиндра с плоскостью, тора с цилиндром, тора с плоскостью. Нахождение натуральной величины наклонного сечения и определение относительного положения отдельных элементов, указанных на поверхности тела (рис. 225).

Решение. Для построения проекций головки шатуна необходимо найти:

1) линии пересечения цилиндров диаметров d и d_1 с цилиндрами диаметра d_2 и линии пересечения этих же цилиндров профильно-проецирующими плоскостями (отверстие для клина);

2) линию пересечения цилиндров с диаметрами d_3 и d_4;

3) линии пересечения цилиндров с диаметрами d_4 и d_5;

4) линии пересечения цилиндров диаметра d_6 с тором диаметра образующей окружности d_7;

5) линии пересечения тора с плоскостями, касательными к цилиндру диаметра d_6;

6) линии пересечения тора фронтальными плоскостями;

7) линии пересечения цилиндра диаметра d_8 с фронтальными плоскостями.

Поверхность, ограниченная двумя цилиндрами диаметров d_2 и двумя профильно-проецирующими плоскостями, пересекает цилиндр диаметра d по двум одинаковым замкнутым линиям, а цилиндр диаметра d_1 — по двум другим одинаковым замкнутым линиям. Горизонтальные проекции этих линий пересечения совпадают с горизонтальными проекциями цилиндров диаметра d и d_1, так как эти цилиндры являются горизонтально-проецирующими поверхностями. Профильные проекции линий пересечения проецируются в две дуги окружности диаметра d_2 и прямые линии, касательные к ним, так как эти линии пересечения лежат в профильно-проецирующей поверхности.

Фронтальные проекции 1_V, 1_V точек находят обычным проецированием, а проекции 2_V, 2_V точек находят на пересечении вертикальных линий связи 2_H2_V с горизонтальными линиями связи 2_W2_V.

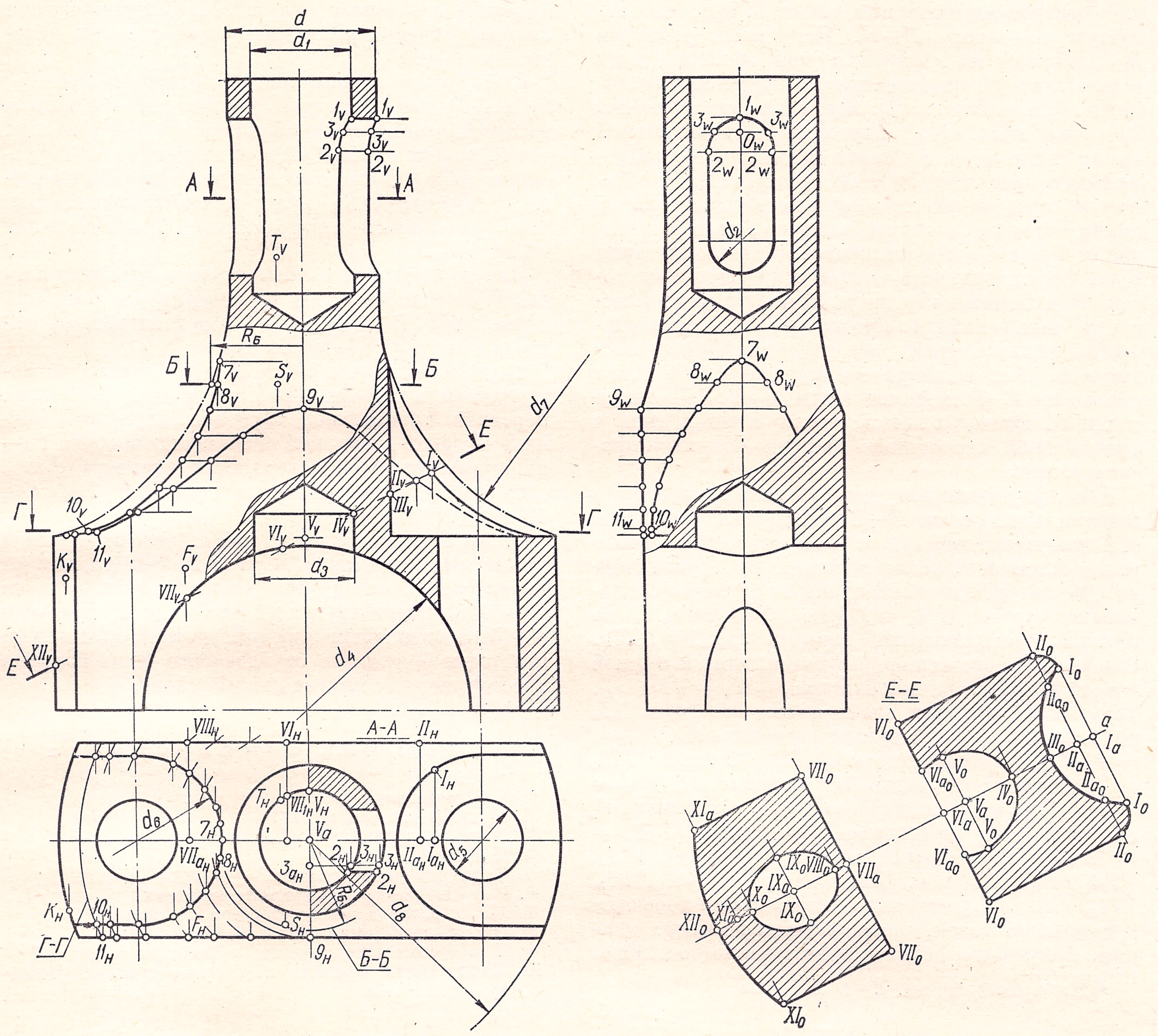


Рис. 225.

Для нахождения промежуточных точек 3 необходимо на горизонтальной проекции отложить отрезок $V_a 3_{aH} = 3_W O_W$ и через 3_{aH} провести линию, параллельную горизонтальной оси симметрии тела, до пересечения с горизонтальными проекциями цилиндров диаметров d и d_1. Точки пересечения определяют горизонтальные проекции (3_H, 3_H) точек. Фронтальные проекции (3_V, 3_V) этих точек находят на пересечении соответствующих линий связи.

Фронтальная проекция линии пересечения цилиндров диаметров d_3 и d_4 совпадает с фронтальной проекцией цилиндра диаметра d_4, так как этот цилиндр является фронтально-проецирующей поверхностью, а горизонтальная проекция этой линии пересечения совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра диаметра d_3, поскольку он является горизонтально-проецирующей поверхностью. Профильную проекцию этой линии пересечения находят обычным проецированием.

Фронтальная проекция линии пересечения цилиндров диаметров d_4 и d_5 совпадает с фронтальной проекцией цилиндрической поверхности диаметра d_4, так как эта поверхность является фронтально-проецирующей. Горизонтальная проекция этой линии пересечения совпадает с горизонтальной проекцией цилиндра диаметра d_5, поскольку он является горизонтально-проецирующей поверхностью. Профильную проекцию этой линии пересечения находят обычным проецированием.

Проекции характерной точки 7, принадлежащей линии пересечения цилиндра диаметра d_6 тором, находят обычным проецированием.

Для построения проекций других точек, принадлежащих линии пересечения тора с цилиндрами диаметра d_6, проводят целый ряд вспомогательных секущих плоскостей. Так, например,

для построения проекций точки *8* проводят секущую плоскость *Б—Б*. Найденным радиусом $R_Б$ проводят на горизонтальной проекции дугу окружности до пересечения с окружностью диаметра d_6 и отмечают 8_H. Фронтальную проекцию 8_V точки находят на пересечении вертикальной линии связи $8_H 8_V$ с линией сечения *Б—Б*. Профильную проекцию 8_W этой точки находят, отложив на профильной проекции по горизонтальной линии связи $8_W 8_V$ от оси симметрии тела расстояние от точки 8_H до горизонтальной оси симметрии тела. Аналогично строят проекции остальных точек. При помощи горизонтальных секущих плоскостей также находят проекции точек, принадлежащих линии сечения тора с фронтальными плоскостями. Для примера на чертеже при помощи плоскости *Г—Г* найдены точки *10* и *11*. Проекции точки *9*, принадлежащей линии сечения тора с фронтальной плоскостью, находят обычным проецированием.

Для построения натуральной величины фигуры сечения плоскостью *Е—Е* проводят параллельно этой плоскости прямую a*, на которой отмечают точку I_a. В этой точке восставляют перпендикуляр, на котором по обе стороны от прямой a откладывают отрезки $I_a I_0 = I_{aH} I_H$. От точки I_a по прямой a откладывают отрезок $I_a II_a = I_V II_V$. В точке II_a восставляют перпендикуляр к прямой a и откладывают на нем отрезки $II_a II_0 = II_{aH} II_H$. Точки II_{a_0} находят аналогично. От точки II_a по прямой a откладывают отрезок $II_a III_0 = II_V III_V$ и отмечают точку III_0. От точки III_0 по прямой a откладывают отрезок $III_0 IV_0 = III_V IV_V$ и отмечают точки IV_0. От точки IV_0 по прямой a откладывают отрезок $IV_0 V_a = IV_V V_V$. Аналогично находят точки VI_a, VII_a, VIII_0, IX_a, X_a, XI_a, XII_0. Точки V_0, VI_{a_0}, VI_0, VII_0, IX_0 и XI_0 находят аналогично построениям предыдущих точек, принадлежащих фигуре сечения. Полученные точки соответственно соединяют прямыми и кривыми линиями, которые являются линиями сечения различных элементов тела плоскостью *Е—Е*.

* На чертеже сечение *Е—Е* смещено.

Если даны фронтальные проекции F_V, K_V, S_V и T_V точек, лежащих на поверхности тела, и требуется найти горизонтальные проекции этих точек, то для точек *F*, *K*, и *T* горизонтальные проекции находят непосредственным проецированием, а проекцию S_H точки находят при помощи уже проведенной горизонтальной секущей плоскости *Б—Б*.

Для определения относительного положения точек *F*, *K*, *S* и *T*, взятых на поверхности тела, при данных K_V, F_V, S_V и T_V — фронтальных проекциях этих точек — необходимо:

а) установить, что точка *К* расположена на поверхности цилиндра диаметра d_8, точка *F* — на передней фронтальной торцовой плоскости, точка *S* — на тороидальной поверхности и точка *T* — на цилиндрической поверхности диаметра d_1;

б) найти горизонтальные проекции F_H, K_H, T_H и S_H этих точек;

в) по горизонтальным проекциям этих точек установить, что точка *F* расположена дальше от плоскости *V*, чем другие данные точки, а точка *T* — ближе всех других данных точек к плоскости *V*. По фронтальным проекциям этих точек видно, что точка *T* удалена от плоскости *H* на большее расстояние, чем другие данные точки.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое вид?
2. Какие различают виды?
3. В каких случаях основные виды надписывают?
4. Что такое разрез?
5. Какие вы знаете разрезы?
6. Как обозначаются разрезы на чертежах?
7. Какая разница между разрезом и сечением?
8. Как обозначаются сечения на чертежах?
9. Как оформляется выносной элемент на чертежах?
10. Какие общие правила построения проекций геометрических тел?

Раздел IV. НАГЛЯДНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

§ 28. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

В настоящей главе приведены примеры построения аксонометрических проекций деталей в предположении, что сущность и основные законы аксонометрического проецирования уже изучены в курсе начертательной геометрии.

Стандартом (ГОСТ 2.317—69) рекомендуется применять два вида прямоугольных аксонометрических проекций — изометрическую и диметрическую и следующие виды косоугольной аксонометрической проекции: фронтальную изометрическую, горизонтальную изометрическую и фронтальную диметрическую.

Расположение координатных осей в прямоугольной изометрической проекции показано на рис. 226.

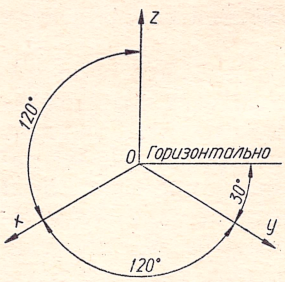


Рис. 226.

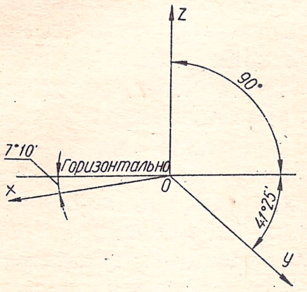


Рис. 227.

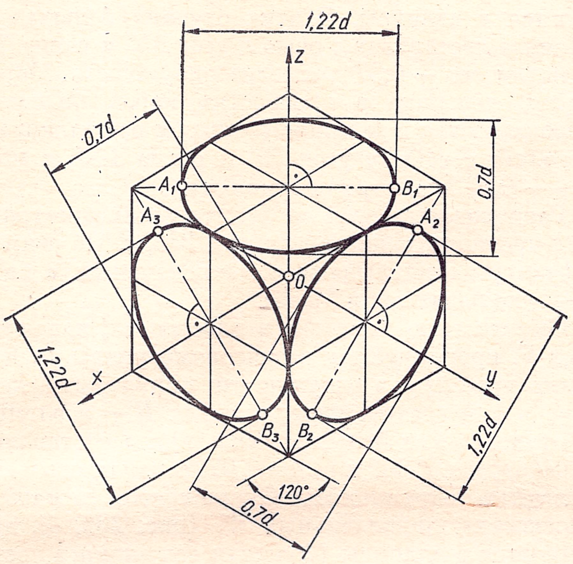


Рис. 228.

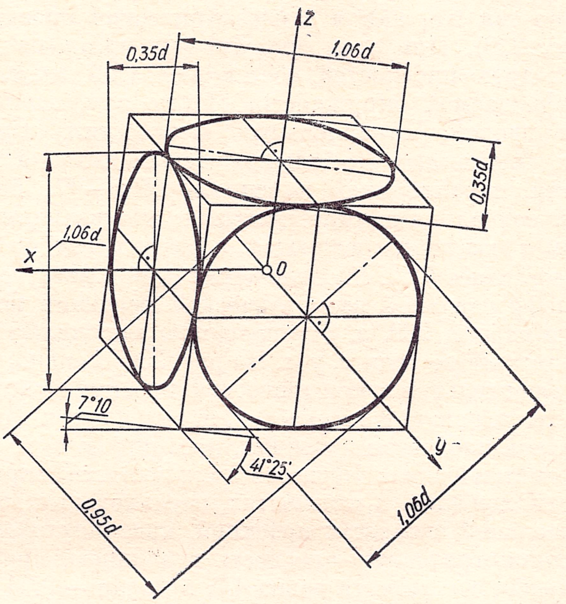


Рис. 229.

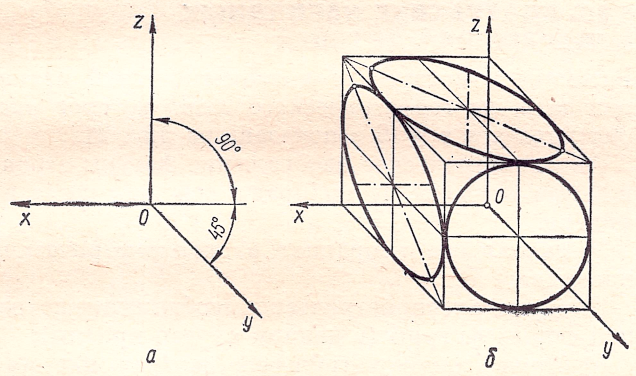


Рис. 230.

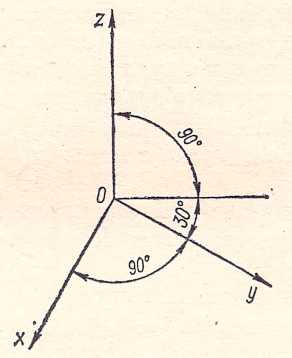


Рис. 231.

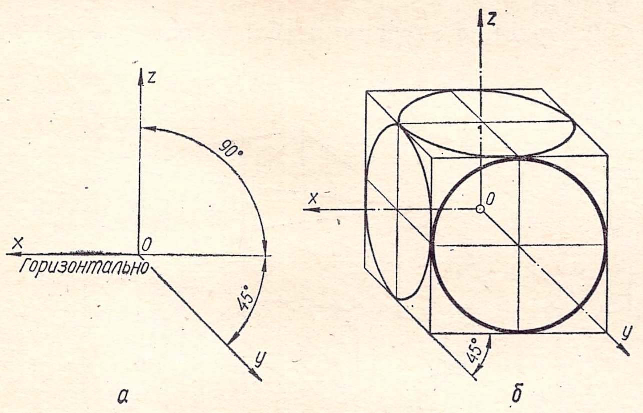


Рис. 232.

В изометрической проекции размеры по всем трем осям сокращаются одинаково на 0,82. Однако стандарт рекомендует строить изометрическую проекцию без сокращений по осям координат. Изображение при этом получается большим действительных размеров на 18%, однако наглядность изображения не изменяется, а построение оказывается более легким.

Расположение осей в диметрической проекции показано на рис. 227. Стандарт рекомендует строить диметрическую проекцию без сокращений по осям x и z и с сокращением по оси y, равным 0,5 (изображение при этом увеличивается на 6% против теоретического).

Окружности в аксонометрической проекции изображаются в виде эллипсов. Для построения этих эллипсов достаточно знать направление и размеры их большой и малой осей. На рис. 228 показано расположение большой и малой осей эллипсов для изометрической проекции окружностей, расположенных в плоскостях, параллельных горизонтальной, фронтальной и профильной плоскостям проекций: $A_1B_1 \perp z$, $A_2B_2 \perp y$, $A_3B_3 \perp x$. Размеры для больших осей эллипсов составляют 1,22 диаметра изображаемой окружности, а для малых — 0,71 этого диаметра (в случаях, если по осям координат размеры откладываются без искажения).

Если изометрическую проекцию строят с сокращением, равным 0,82 по осям x, y, z, то большую ось каждого из эллипсов следует брать равной диаметру изображаемой окружности, а малую ось — равной 0,58 этого диаметра.

В диметрической проекции большие и малые оси эллипсов для окружностей, расположенных в плоскостях, параллельных плоскостям проекций, ориентированы относительно осей координат

точно так же, как и в изометрической проекции (рис. 229). При этом большие оси эллипсов для всех трех плоскостей составляют 1,06 диаметра изображаемой окружности. Малые оси эллипсов для граней, параллельных плоскостям xOy и yOz, составляют $^1/_3$ большой оси эллипса, а для грани, параллельной плоскости xOz,— $^9/_{10}$ большой оси эллипса (при условии, что размеры по осям x и z не сокращаются, а сокращение по оси y составляет 0,5). Расположение осей в косоугольной фронтальной изометрической проекции показано на рис. 230, *а*. Эту проекцию выполняют без искажений по осям x, y, z. На рис. 230, *б* видно, что во фронтальной изометрической проекции окружности, лежащие в плоскостях, параллельных фронтальной плоскости проекции, проецируются на аксонометрическую плоскость в окружности; окружности, лежащие в плоскостях, параллельных горизонтальной плоскости проекций, проецируются на аксонометрическую плоскость в эллипсы, причем большая ось эллипса равна 1,3, а малая — 0,54 диаметра окружности. Большая ось составляет с осью x угол 22° 30′. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных профильной плоскости проекций, также проецируются на аксонометрическую плоскость в эллипсы, причем большая ось эллипса равна 1,3, а малая — 0,54 диаметра окружности. Большая ось составляет с осью z угол 22° 30′ (рис. 230, *б*).

Допускается применять фронтальные изометрические проекции с углом наклона оси y 30° и 60°.

Положение аксонометрических осей в горизонтальной изометрической проекции показано на рис. 231. Эту проекцию выполняют без искажения по осям x, y, z.

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных H, проецируются в окружности; окружности, лежащие в плоскостях, параллельных V, проецируются в эллипсы. В этих случаях большая ось эллипса составляет с осью z угол 15° и равна 1,37, а малая ось — 0,37 диаметра окружности. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных W, проецируются в эллипсы (большая ось эллипса составляет с осью y угол 30° и равна 1,37, а малая ось — 0,37 диаметра окружности).

Расположение осей во фронтальной диметрической проекции показано на рис. 232, *а*. По осям x и z размеры откладываются без искажения, а по оси y — уменьшаются в 2 раза.

Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных V, проецируются на аксонометрическую плоскость проекций в окружности; окружности, лежащие в плоскостях, параллельных H — в эллипсы. В этих случаях большая ось эллипса составляет с осью x угол 7° 14′ и равна 1,07, а малая ось — 0,33 диаметра окружности. Окружности, лежащие в плоскостях, параллельных W (рис. 232, *б*), проецируются в эллипсы (большая ось эллипса составляет с осью z угол 7° 14′ и равна 1,07, а малая ось — 0,33 диаметра окружности).

§ 29. ПОСТРОЕНИЕ НАГЛЯДНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ

Рассмотрим построение в изометрической проекции того же геометрического тела, которое рассматривалось в § 19 и показано на рис. 217.

Аксонометрическое изображение фигуры строят в таком порядке: 1) выбирают оси координат на фигуре;

2) строят оси координат в аксонометрической проекции;

3) строят аксонометрическое изображение исходной формы фигуры (в данном случае призмы);

4) строят аксонометрическое изображение всех граней (P, Q, R и т. д.), определяющих форму фигуры;

5) строят, в случаях необходимости, вырез ча-

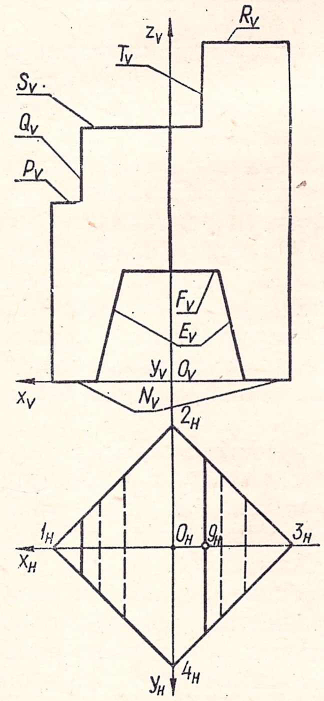


Рис. 233.

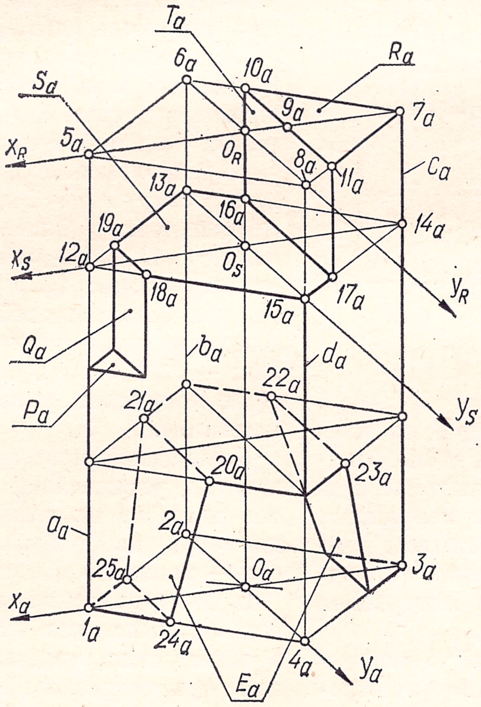


Рис. 234.

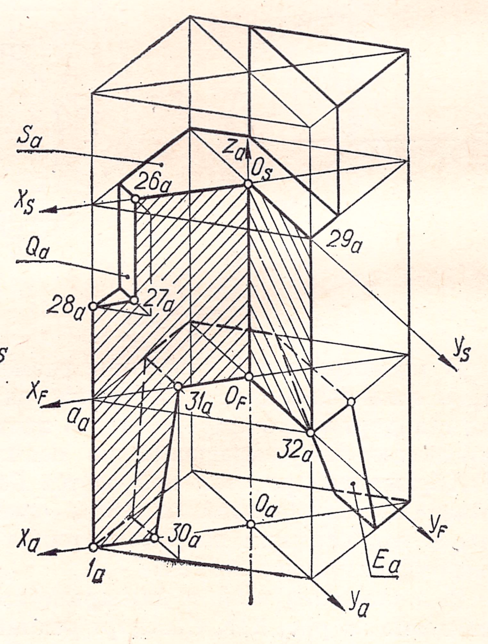


Рис. 235.

сти заданной фигуры (чаще всего вырезают четвертую часть).

Для данной фигуры оси координат проводят так, чтобы они совпадали с главными осями симметрии, при этом начало координат O будет находиться в центре нижнего основания призмы, а вершины четырехугольника основания 1, 2, 3, 4 — на осях x и y (рис. 233).

Строят оси координат в диметрической проекции (рис. 234). На оси x_a откладывают по обе стороны от точки O_a отрезки O_a1_a и O_a3_a, соответственно равные отрезкам O_H1_H и O_H3_H на горизонтальной проекции фигуры (рис. 233). На оси y_a (рис. 234) по обе стороны от точки O_a откладывают отрезки O_a2_a и O_a4_a, соответственно равные половине отрезков O_H2_H и O_H4_H (рис. 233). Соединив точки 1_a, 2_a, 3_a, 4_a, получают аксонометрическое изображение основания исходной призмы. Из этих точек параллельно оси z проводят вертикальные ребра призмы a_a, b_a, c_a, d_a и, отложив на них от вершин нижнего основания призмы отрезки, равные высоте призмы, получают вершины верхнего основания исходной призмы 5_a, 6_a, 7_a и 8_a. Соединив эти точки с точками нижнего основания, получают аксонометрическое изображение исходной призмы (рис. 234).

Грань R, лежащую на верхнем основании исходной призмы, строят следующим образом:

1) проводят на верхнем основании призмы оси координат $x_R y_R$ параллельные осям x_a, y_a;

2) на оси x_R откладывают отрезок $O_R—9_a$, равный отрезку O_H9_H (рис. 233).

3) через точку 9_a проводят ребро 10_a11_a параллельно оси y_R до пересечения со сторонами верхнего основания призмы в точках 10_a и 11_a.

Треугольник $10_a7_a11_a$ представляет собой аксонометрическое изображение грани R (рис. 234).

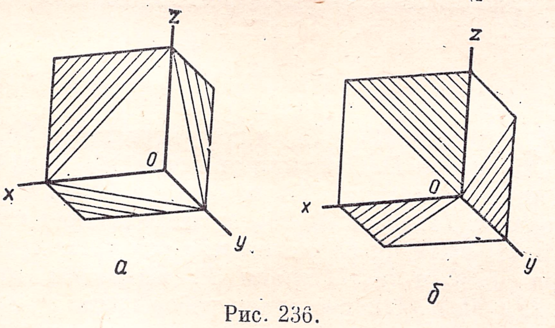


Рис. 236.

Аналогично строят аксонометрические изображения граней P и N (рис. 233).

Аксонометрическое изображение грани S строят в такой последовательности:

1) на оси z от точки O_a откладывают отрезок O_aO_S, равный расстоянию грани S от нижнего основания призмы;

2) через точку O_S проводят оси x_S и y_S, параллельные осям x_a и y_a;

3) на осях x_S и y_S строят грань $12_a13_a14_a15_a$ аналогично граням верхнего или нижнего основания призмы;

4) строят аксонометрические изображения ребер 16_a17_a и 18_a19_a аналогично тому, как было построено аксонометрическое изображение ребра 10_a11_a;

5) соединив точки 13_a, 16_a, 17_a, 15_a, 18_a, 19_a, получают аксонометрическое изображение грани S (рис. 234).

Точно так же строят аксонометрическое изображение грани F (20_a, 21_a, 22_a, 23_a). Соединив точки 10_a, 11_a, 17_a, 16_a, получают аксонометрическое изображение грани T. Аналогично может быть построено аксонометрическое изображение грани Q.

При построении граней F и N были получены аксонометрические изображения ребер 20_a, 21_a и 25_a, 24_a. Соединив точки 20_a, 21_a, 25_a, 24_a, получают аксонометрическое изображение грани E.

На рис. 235 показано построение выреза в аксонометрии. Вырез выполняют обычно по осям координат или при помощи плоскостей, параллельных плоскостям проекций, поэтому грани, параллельные плоскостям проекций, как, например, грани P, R, F, N и грань Q, будут разрезаться секущими плоскостями по линиям, параллельным осям.

Одну секущую плоскость проводят через оси z_a и y_a, а другую — через оси z_a и x_a. Плоскость, проходящая через оси z_a и x_a, разрезает грань S по оси x_S, т. е. по отрезку O_S26_a, грань Q — по линии, параллельной оси z, т. е. по линии 26_a27_a, и грань P — по оси x, т. е. по отрезку 27_a28_a. Точка 28_a лежит на ребре a, поэтому секущая плоскость пройдет по ребру a как через линию, параллельную оси z. Грани N и F (см. рис. 233) будут рассекаться по их осям x, и в сечении соответственно получаются отрезки 1_a30_a и 31_aO_F. Соединив точки 30_a и 31_a, получают отрезок, по которому секущая плоскость рассекает грань E.

Полученную фигуру сечения $O_S26_a27_a28_a1_a30_a31_aO_F$ обводят основными линиями и штрихуют.

Если аналогичное построение произвести для секущей плоскости, проходящей через оси z_a и y_a, то фигурой сечения будет $O_S29_a32_aO_F$ (рис. 235).

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 236).

При окончательном графическом оформлении аксонометрического чертежа обычно удаляют все вспомогательные линии и линии невидимого контура, а из числа осевых линий оставляют только три основные оси: x_a, y_a и z_a.

На рис. 237 приведены ортогональные проекции усеченной пирамиды, а на рис. 238 и 239 показано построение этой пирамиды в изометрической проекции. Общий порядок построения аксонометрического изображения следующий:

1) выбирают оси координат на ортогональной проекции фигуры (рис. 237);

2) строят эти оси в аксонометрической проекции (рис. 238);

3) строят аксонометрическое изображение основной формы фигуры (в данном случае усеченной пирамиды);

4) строят аксонометрическое изображение всех граней, определяющих действительную форму заданной фигуры;

5) строят в случае необходимости вырез части заданной фигуры.

Данное тело симметрично, поэтому оси координат проводят на нем так, чтобы они совпадали с главными осями симметрии. Начало координат O_H (рис. 237) располагают в центре нижнего основания пирамиды, при этом оси x и y будут пересекать середины сторон нижнего основания в точках 1_H, 2_H, 3_H, 4_H.

Строят оси координат x_a, y_a, z_a в изометрической проекции (рис. 238). На оси x_a откладывают отрезок O_a1_a, равный отрезку O_H1_H (рис. 237) и получают точку 1_a (рис. 238) — аксонометрическое изображение точки 1. Аналогично находят точки 2_a, 3_a, 4_a — аксонометрическое изображение точек 2, 3, 4. Через точку 1_a проводят прямую, параллельную оси y_a, и откладывают на ней в обе стороны от точки 1_a отрезки 1_a5_a и 1_a8_a, соответственно равные 1_H5_H и 1_H8_H (рис. 237). Полученные при этом точки 5_a и 8_a (рис. 238) являются аксонометрическими изображениями вершин основания. Проведя такую же прямую через точку 3_a и отложив на этой прямой отрезки 3_a6_a и 3_a7_a, соответственно равные 3_H6_H и 3_H7_H (рис. 237), получают еще две вершины 6_a и 7_a (рис. 238) нижнего основания. Соединив точки 5_a, 6_a, 7_a, 8_a, получают аксонометрическое изображение нижнего основания усеченной пирамиды.

Затем от начала координат по оси z откладывают отрезок O_aO_b, равный высоте усеченной пирамиды. Через точку O_b проводят оси x_b и y_b верхнего основания, соответственно параллельные осям x_a и y_a. С помощью этих осей строят верхнее основание усеченной пирамиды точно так же, как было построено нижнее, т. е. на оси x_b откладывают от точки O_b отрезок O_b9_a, равный отрезку O_H9_H (рис. 237). Через точку 9_a (рис. 238) проводят прямую, параллельную оси y_b, и на ней откладывают отрезок 9_a10_a, равный отрезку 9_H10_H (рис. 237), и получают точку 10_a (рис. 238) — вершину верхнего основания пирамиды и т. д. Соединив точки 10_a, 11_a, 12_a, 13_a, получают аксонометрическое изображение верхнего основания усеченной пирамиды.

Для построения крестообразной грани P сначала находят полное изображение прямоугольного основания пирамиды, в котором лежит грань P. Для этого по оси z от начала координат откладывают отрезок O_aO_P, равный высоте нижней грани. Через точку O_P проводят оси x_P и y_P, параллельные осям x_aи y_a. С помощью осей x_P и y_P строят аксонометрическое изображение грани $15_a16_a17_a19_a$. На оси x_P отмечают точку 14_a, соответствующую точке 14_H на рис. 237. От точки 14_a (рис. 238) на стороне 15_a19_a откладывают отрезки 14_a20_a, 14_a21_a, соответственно равные отрезкам 14_H20_H и 14_H21_H (рис. 237).

Соединив точки 20_a и 21_a (рис. 238), получают ребро 20_a21_a основания P. Через точки 20_a и 21_a проводят прямые, параллельные оси x_P, до пересечения со стороной промежуточного основания

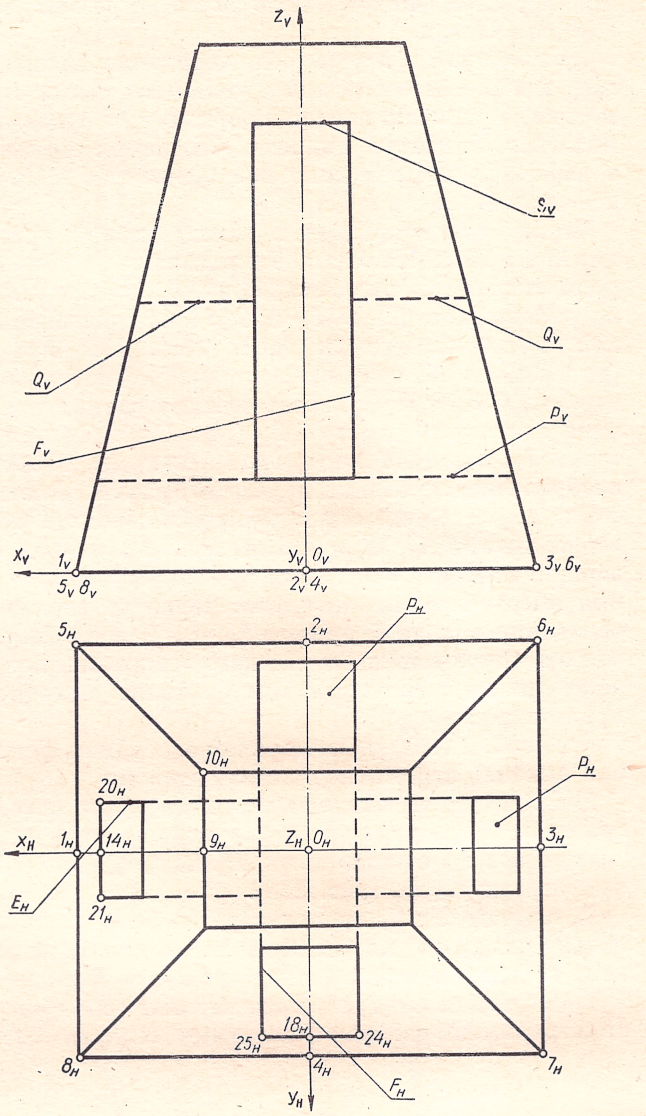


Рис. 237.

16_a17_a в точках 22_a и 23_a и получают ребра 20_a22_a и 21_a23_a грани P. Отложив от точки 18_a, полученной аналогично точке 14_a на отрезке 17_a19_a отрезки, равные 18_H24_H и 18_H25_H, и проведя через точки 24_a и 25_a прямые, параллельные оси y_P, получают ребра 24_a26_a и 25_a27_a грани P. Отмечают точки 28_a, 29_a, 30_a и 31_a пересечения ребер грани P, после чего линии, соединяющие эти четыре точки, могут быть сняты.

Грань Q (рис. 237) строят аналогично тому, как была построена грань $20_a28_a31_a21_a$ (рис. 238), а грань S (рис. 237) — аналогично тому, как была построена грань $24_a25_a27_a26_a$ (рис. 238). Соединив точку 32_a грани Q с точкой 20_a грани P, а затем точку 33_a грани Q с точкой 28_a грани P, получают грань E ($20_a32_a33_a28_a$).

Аналогично соединяют точки грани S с соответствующими точками грани P и получают грани F ($27_a35_a36_a25_a$ и $31_a34_a33_a28_a$).

Для построения выреза в фигуре проводят две секущие плоскости (рис. 239): одну через оси z_a и x_a, а другую — через оси z_a и y_a. Первая секу-

щая плоскость разрезает верхнее основание пирамиды по оси x_b, т. е. по отрезку O_b9_a. Грань S эта секущая плоскость разрежет по оси x_S (отрезок O_S37_a), а грань F — по линии, параллельной оси z (отрезок 37_a38_a). Грань Q (см. рис. 237) секущая плоскость разрезает по оси x_Q (рис. 239, отрезок 38_a39_a). Соединив точки 9_a и 39_a, получают отрезок 9_a39_a, по которому секущая плоскость разрезает боковую грань $5_a10_a13_a8_a$ пирамиды (рис. 238). Первая секущая плоскость разрезает также грань P (рис. 239) по оси x_P (отрезок O_P14_a) и нижнее основание пирамиды по оси x_a (отрезок O_a1_a).

Соединив точки 14_a и 1_a, получают отрезок 14_a1_a, по которому первая секущая плоскость пересекает боковую грань $5_a10_a13_a8_a$ (см. рис. 238). Грани $O_b9_a39_a38_a37_aO_S$ и $O_a1_a14_aO_P$ должны быть заштрихованы.

Вторая секущая плоскость рассекает верхнее основание (рис. 239) по оси y_b, грань S — по оси y_S, грань P — по оси y_P и нижнее основание — по оси y_a. Применив то же построение, какое было использовано для построения секущей грани $O_P14_a1_aO_a$, находят площадки $O_b40_a41_aO_S$ и $O_P18_a4_aO_a$. Их обводят и штрихуют. Линии штриховки наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 240).

После того, как сделан вырез, необходимо обвести видимые ребра граней P и S.

На рис. 241 приведены ортогональные проекции фигуры, а на рис. 242 и 243 — построение фигуры в изометрической проекции.

Последовательность построения аксонометрической проекции следующая:

1) выбирают оси координат на ортогональной проекции фигуры (рис. 241);

2) строят эти оси в аксонометрической проекции;

3) строят аксонометрическое изображение основной формы данной фигуры (призмы);

4) строят аксонометрическое изображение всех поверхностей, определяющих действительную форму данной фигуры;

5) строят в случае необходимости вырез части фигуры.

Данная фигура симметрична, поэтому оси координат (рис. 241) проводят так, чтобы они совпадали с осями симметрии отдельных граней или фигуры в целом; оси x и y проводят как оси сим-

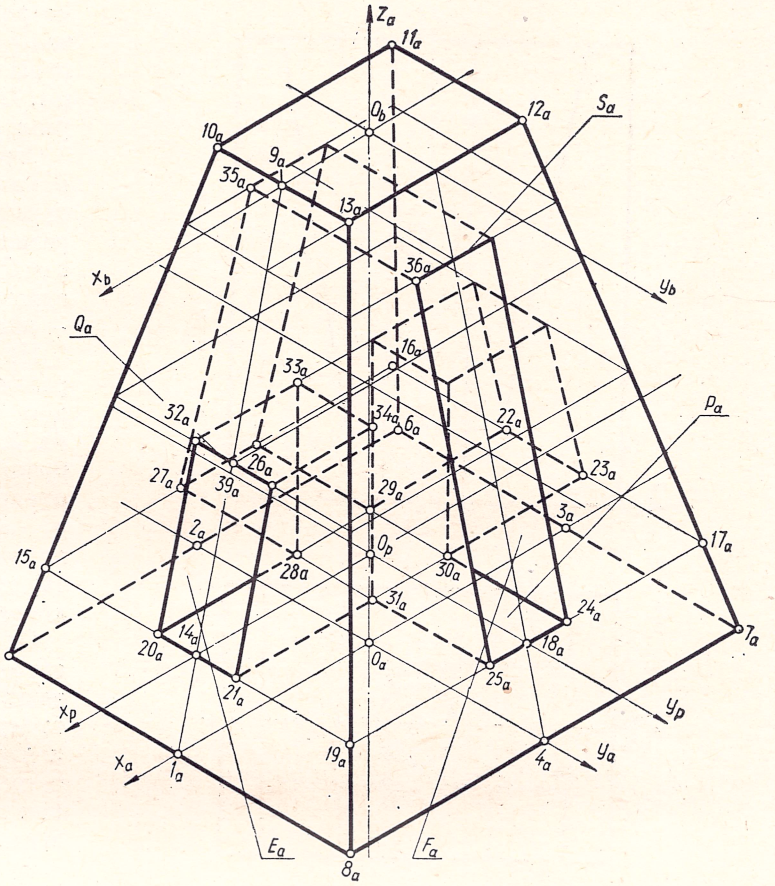


Рис. 238.

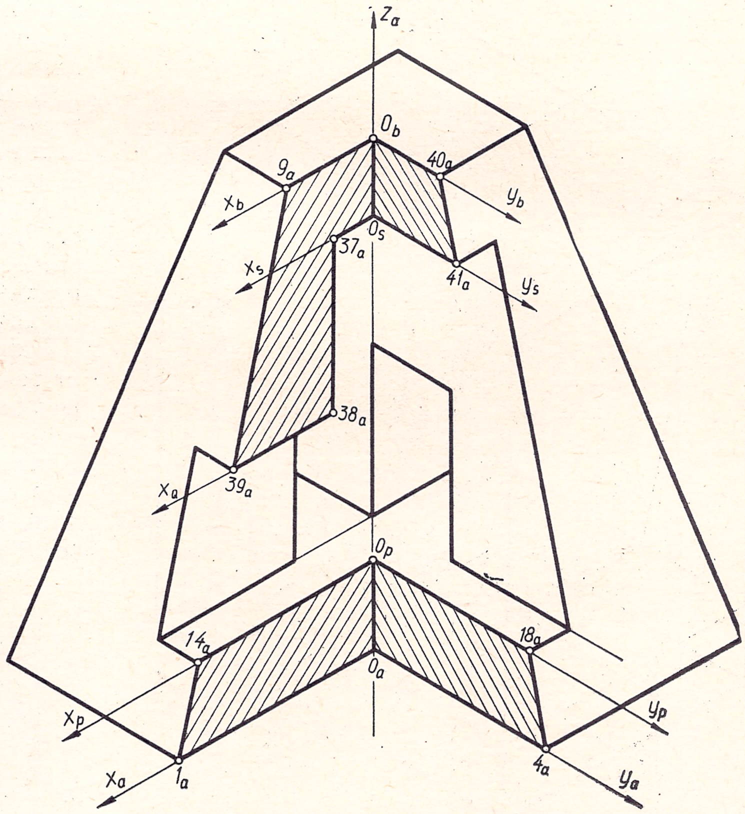


Рис. 239.

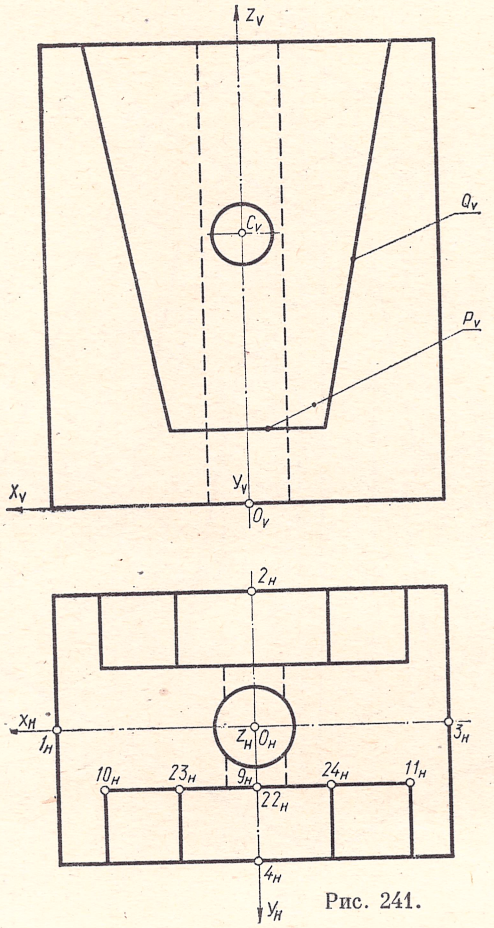


Рис. 241.

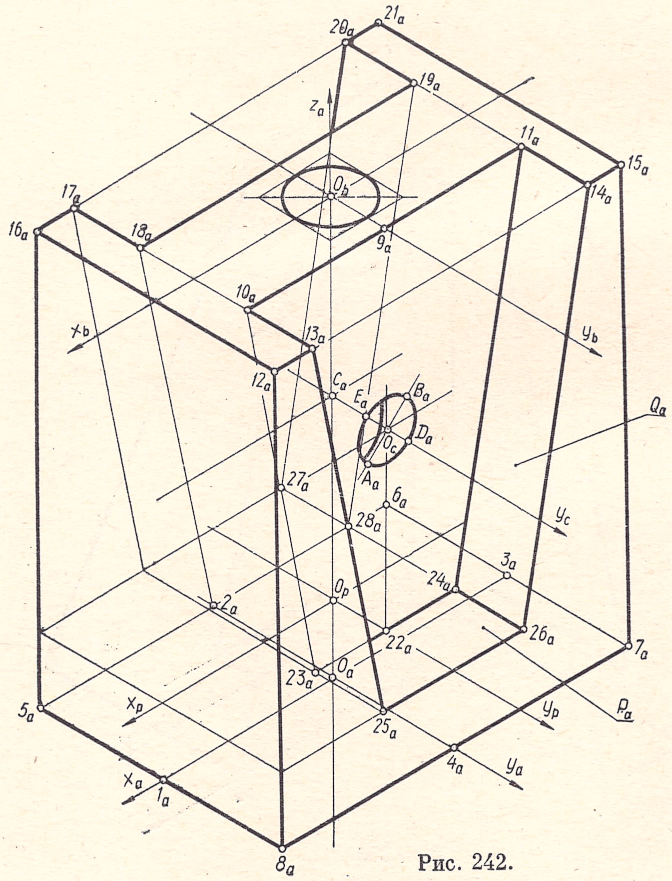


Рис. 242.

метрии нижнего основания фигуры, при этом начало координат O_H будет в центре основания фигуры, а ось z совпадает с осью симметрии фигуры. Оси x и y пересекают нижнее основание фигуры в точках 1_H, 2_H, 3_H, 4_H.

Строят оси координат x_a, y_a, z_a (рис. 242) в изометрической проекции. На оси x_a по обе стороны от начала координат O_a откладывают отрезки O_a1_a и O_a3_a, соответственно равные отрезкам O_H1_H и O_H3_H на горизонтальной проекции фигуры (рис. 241), и получают точки 1_a и 3_a (рис. 242) — аксонометрические изображения точек 1 и 3.

На оси y от начала координат откладывают отрезки O_a2_a и O_a4_a, соответственно равные отрезкам O_H2_H и O_H4_H (рис. 241), и получают точки 2_a и 4_a (рис. 242) — аксонометрические изображения точек 2 и 4. Затем через точки 1_a и 3_a проводят отрезки 5_a8_a и 6_a7_a, параллельные оси y_a, а через точки 2_a и 4_a — отрезки 5_a6_a и 7_a8_a, параллельные оси x_a. В пересечении этих четырех отрезков получают вершины нижнего основания призмы $5_a6_a7_a8_a$.

От начала координат O_a по оси z_a откладывают отрезок O_aO_b, равный высоте призмы, и получают центр верхнего основания призмы. Через точку O_b проводят оси x_b и y_b верхнего основания и строят аксонометрическое изображение верхнего основания исходной призмы точно так же, как и нижнее. Для построения верхнего основания заданного тела, поступают следующим образом:

1) от точки O_b по оси y_b откладывают отрезок O_b9_a, равный отрезку O_H9_H на горизонтальной проекции фигуры (рис. 241);

2) через точку 9_a (рис. 242) проводят прямую, параллельную оси x_b, и на ней откладывают по обе стороны от точки 9_a отрезки 9_a10_a и 9_a11_a, соответственно равные отрезкам 9_H10_H и 9_H11_H (рис. 241);

3) через точки 10_a и 11_a (рис. 242) проводят отрезки 10_a13_a и 11_a14_a, параллельные оси y_b, и находят точки 13_a и 14_a пересечения этих отрезков со стороной 12_a15_a верхнего основания.

Аналогично находят точки 16_a, 17_a, 18_a, 19_a, 20_a, 21_a второй половины верхнего основания и, последовательно соединив все точки, отмеченные на верхнем основании, получают искомый контур верхнего основания фигуры.

Для построения грани P откладывают на оси z_a от точки O_a отрезок O_aO_P, равный высоте расположения этой грани, и получают точку O_P. Через точку O_P проводят оси x_P и y_P, параллельные осям x_a и y_a. На оси y_P откладывают отрезок O_P22_a, равный отрезку O_b9_a. Через точку 22_a проводят прямую, параллельную оси x_P, и на ней по обе стороны от точки 22_a откладывают отрезки 22_a23_a и 22_a24_a, соответственно равные отрезкам 22_H23_H и 22_H24_H (рис. 241). Аналогично находят ребро 25_a26_a (рис. 242) грани P. Соединив точки 23_a, 24_a, 26_a, 25_a, получают аксонометрическое изображение грани P.

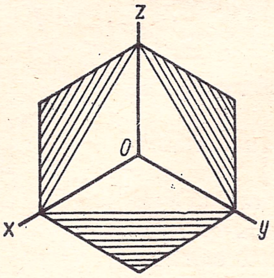


Рис. 240.

Для построения грани Q достаточно соединить точки 24_a и 26_a с ранее получен-

ными точками 11_a и 14_a. Аналогично строят грань $19_a20_a27_a28_a$, часть которой видна на аксонометрическом чертеже, или любую из граней, симметричных данным.

Контур цилиндрического отверстия на верхнем основании строят следующим образом: через центр O_b верхнего основания перпендикулярно оси z_a проводят большую ось эллипса, равную 1,22 d (d — диаметр отверстия). Малая ось эллипса, составляющая 0,7 d, совпадает с осью z_a.

Контур горизонтального цилиндрического отверстия (грань $10_a11_a24_a23_a$) может быть построен следующим образом:

1) на оси z_a от точки O_a откладывают отрезок O_aC_a, равный отрезку O_VC_V (рис. 241);

2) через точку C_a (рис. 242) проводят ось y_C горизонтального отверстия параллельно оси y_a;

3) на оси y_C от точки C_a откладывают отрезок C_aO_C, равный отрезку O_b9_a (или O_P22_a), получают центр эллипса O_C на грани $10_a11_a24_a23_a$;

4) через центр эллипса O_C проводят перпендикулярно к оси y_C большую ось A_aB_a эллипса, равную 1,22 диаметра окружности, изображаемой в аксонометрии;

5) малая ось E_aD_a эллипса совпадает с осью y_C и составляет 0,7 диаметра окружности, изображаемой в аксонометрической проекции;

6) по большой и малой осям упрощенным способом строят эллипс.

Построение линии взаимного пересечения вертикального и горизонтального цилиндров, часть которой видна на рис. 242, рассматривается на рис. 244.

Для построения выреза четвертой части заданной фигуры проводят две секущие плоскости (рис. 243): одну через оси z_a и x_a, а другую — через оси z_a и y_a.

Первая секущая плоскость рассечет верхнее основание призмы по оси x_b (отрезок 29_a30_a). Грань $5_a16_a12_a8_a$ (рис. 242), параллельная плоскости $z_aO_ay_a$, рассечется первой секущей плоскостью по линии, параллельной оси z — отрезок 30_a1_a (рис. 243). Нижнее основание фигуры, подобно верхнему, рассечется по оси x_a (отрезок 1_a31_a). Секущая плоскость проходит через ось цилиндра z и разрезает цилиндр по образующей 31_a29_a.

Аналогично вторая секущая плоскость рассечет горизонтальные грани по их осям y, вертикальные грани — по линиям, параллельным осям z, а цилиндры, через оси которых проходит эта секущая плоскость,— по образующим 32_a33_a, 34_a35_a, 33_a36_a, 34_a37_a. Полученные отрезки образуют две грани: $32_a33_a36_a38_a$ и $34_a37_a39_a40_a41_a35_a$. Эти две грани, как и грань, построенную ранее, необходимо заштриховать (рис. 240).

Кроме этого, необходимо также построить и линии пересечения цилиндров, которые после построения выреза становятся в основном видимыми.

На рис. 244 показано построение одной из точек, принадлежащей линии взаимного пересечения цилиндров. Эту точку строят, например, следующим образом:

1) на оси x_b от точки O_b откладывают произвольный отрезок O_b42_a;

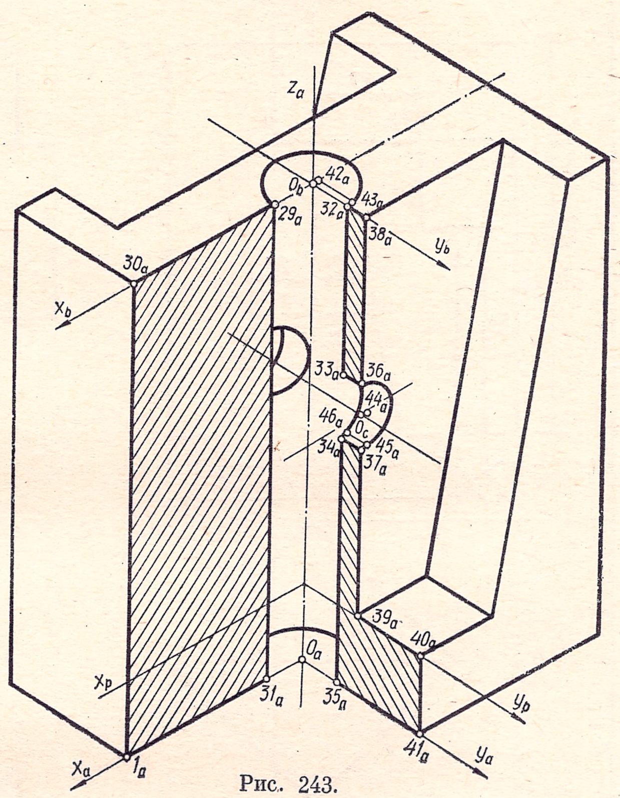


Рис. 243.

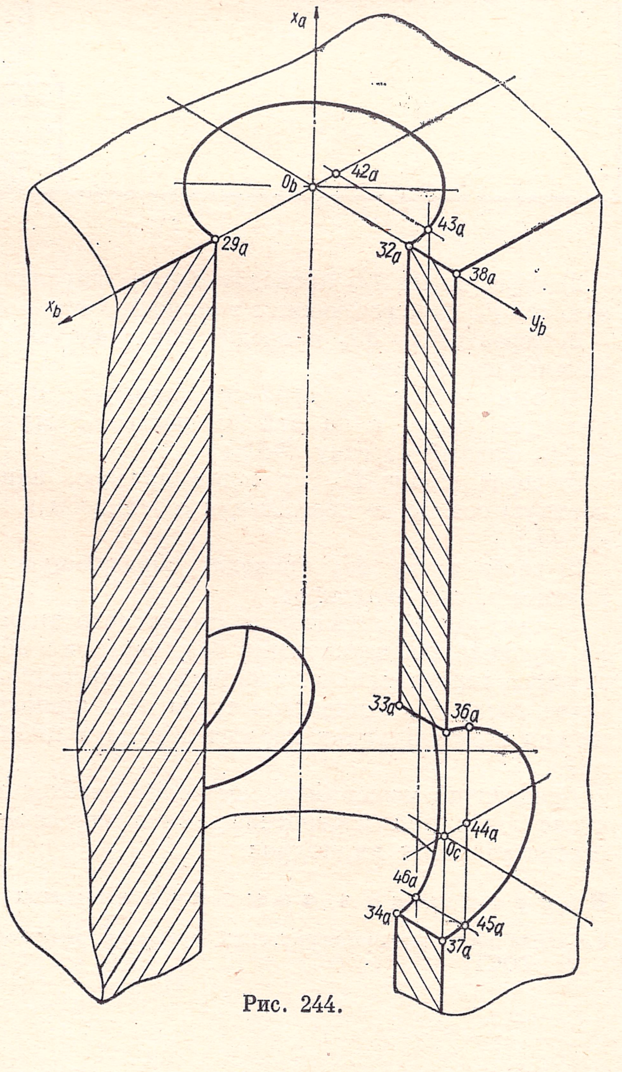


Рис. 244.

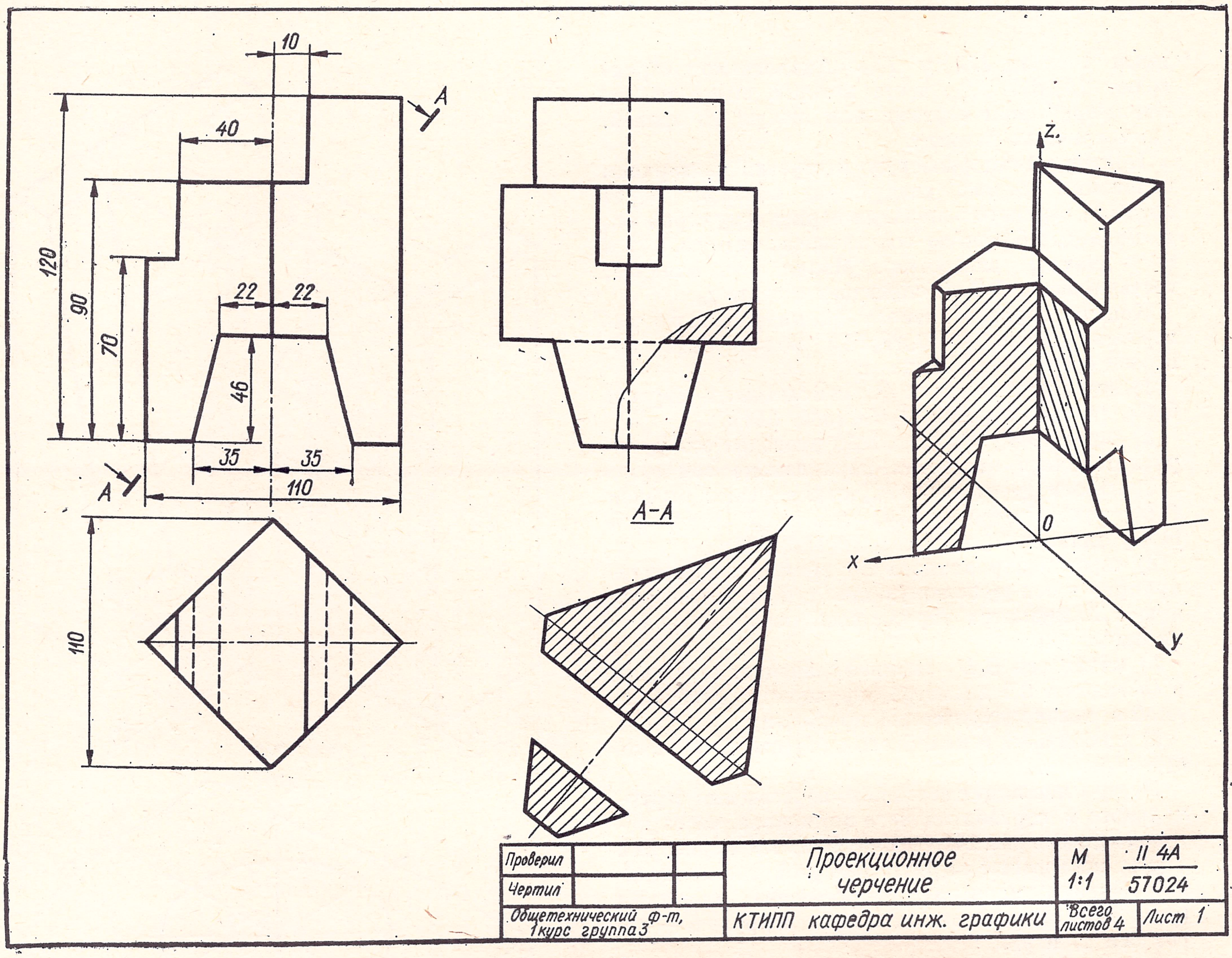


Рис. 245.

2) через точку 42_a проводят линию, параллельную оси y_b, до пересечения с эллипсом в точке 43_a;

3) через точку 43_a проводят образующую вертикального цилиндра;

4) через точку O_C проводят прямую, параллельную оси x_b, и на ней откладывают отрезок O_C44_a, равный отрезку O_b42_a;

5) через точку 44_a проводят прямую, параллельную оси z_a, до пересечения с эллипсом в точке 45_a;

6) через точку 45_a проводят образующую горизонтального цилиндра;

7) там, где образующая вертикального цилиндра, проходящая через точку 43_a, пересечет образующую горизонтального цилиндра, проходящую через точку 45_a, находится точка 46_a, принадлежащая искомой линии пересечения двух цилиндров.

Аналогично может быть построено необходимое число точек для построения линии пересечения рассматриваемых цилиндров.

Вопросы для самопроверки

1. Какие виды аксонометрических проекций рекомендует ГОСТ?
2. Как располагаются оси в изометрической проекции? В диметрической проекции? Во фронтальной диметрической проекции?
3. В какой последовательности строят наглядное изображение детали?

Методические указания и задания к части II «Проекционное черчение»

Задание II. «Проекционное черчение» представлено в трех сериях (А, Б, и В).

Студенты экономических специальностей выполняют индивидуальные задания серии А. Студенты технологических специальностей выполняют индивидуальные задания серии Б. Студенты машиностроительных, приборостроительных и энергетических специальностей выполняют индивидуальные задания серии В.

В задание по проекционному черчению для студентов экономических специальностей входит выполнение четырех задач серии А:

1. Построение ортогональных проекций и аксонометрического изображения многогранника, построение сечения наклонной плоскостью (рис. 245).

2. Построение ортогональных проекций и срезов конуса вращения (рис. 246).

3. Построение ортогональных проекций и срезов сферы (рис. 247).

4. Построение ортогональных проекций технической детали с выполнением необходимых разрезов (рис. 248).

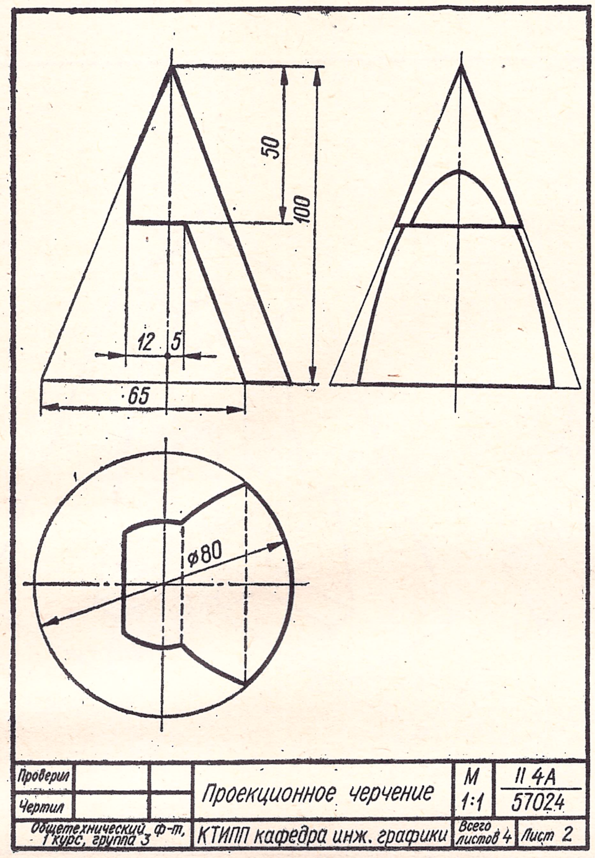


Рис. 246.

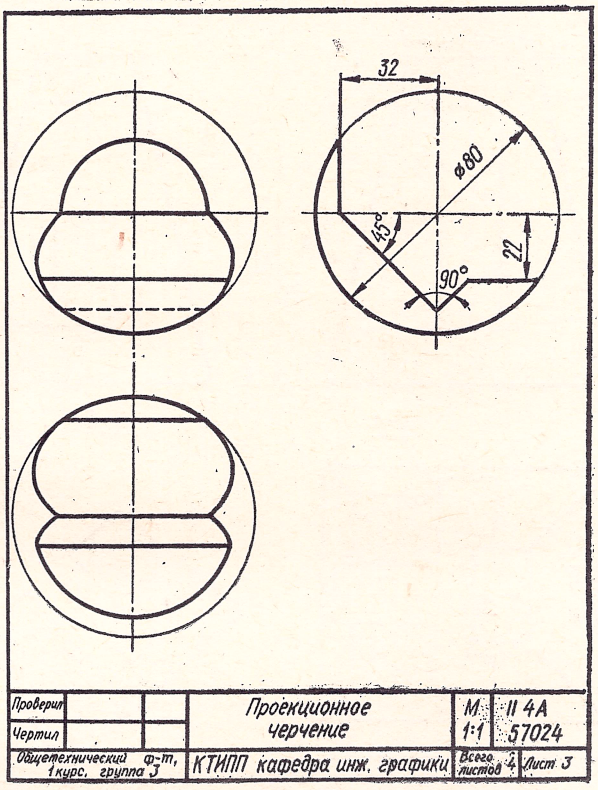


Рис. 247.

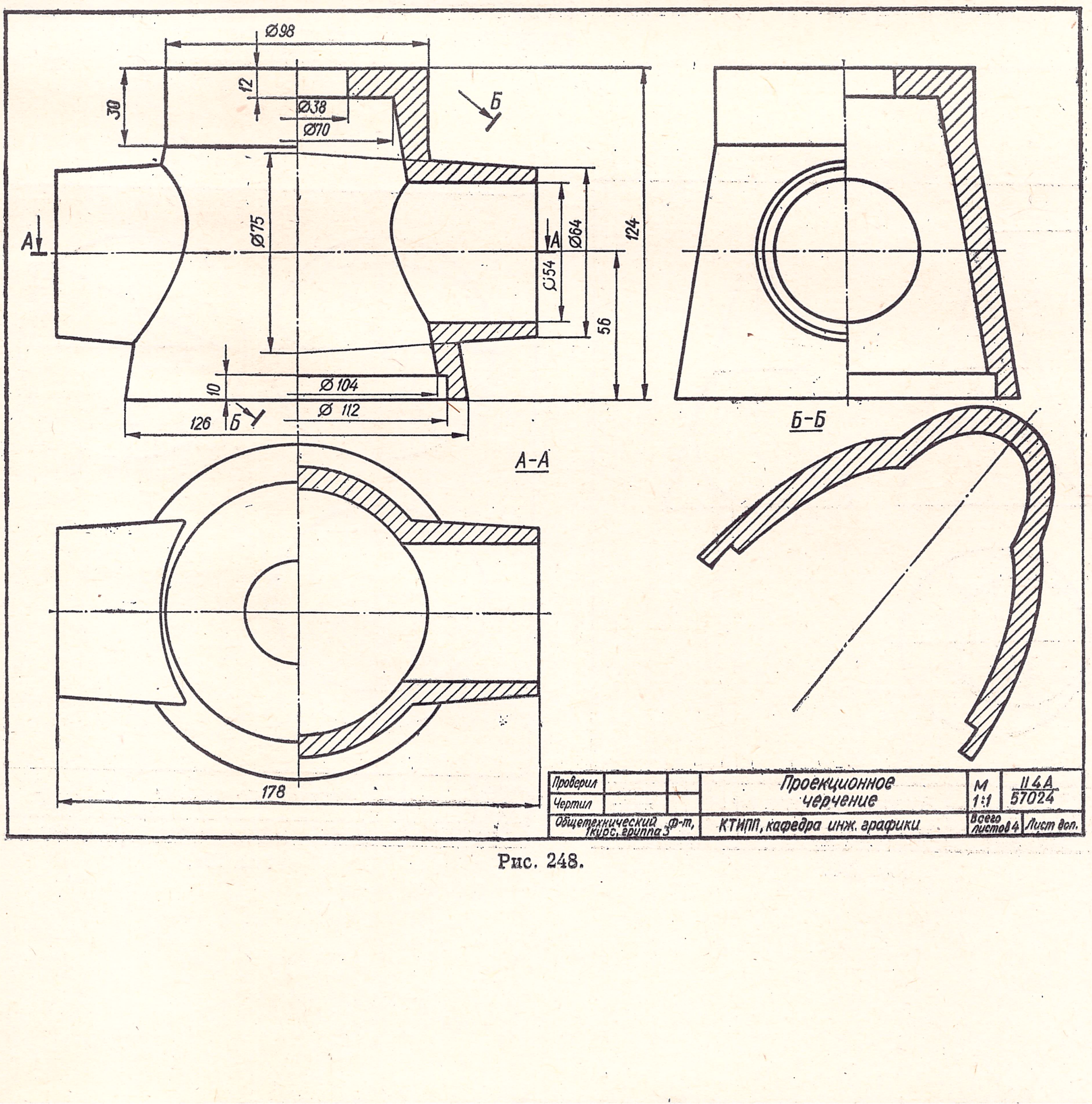


Рис. 248.

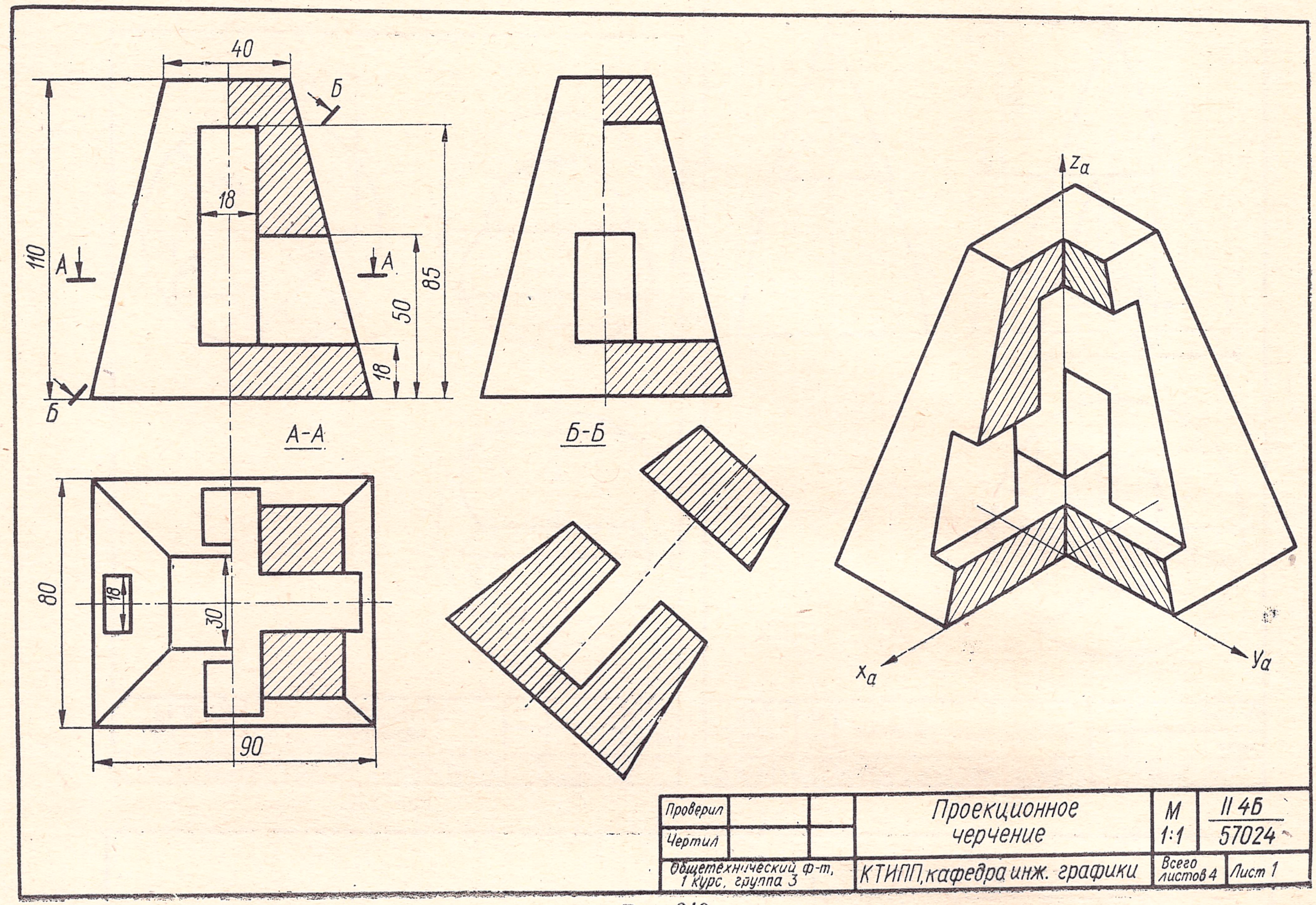


Рис. 249.

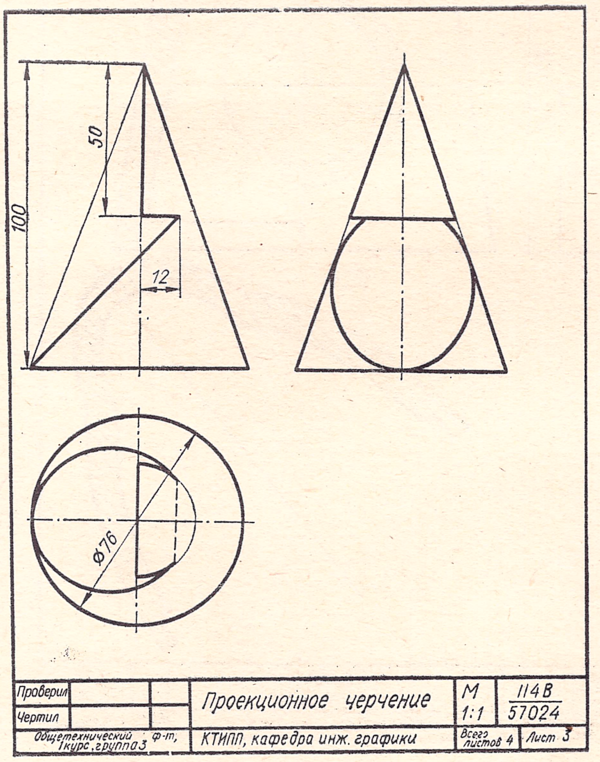


Рис. 250.

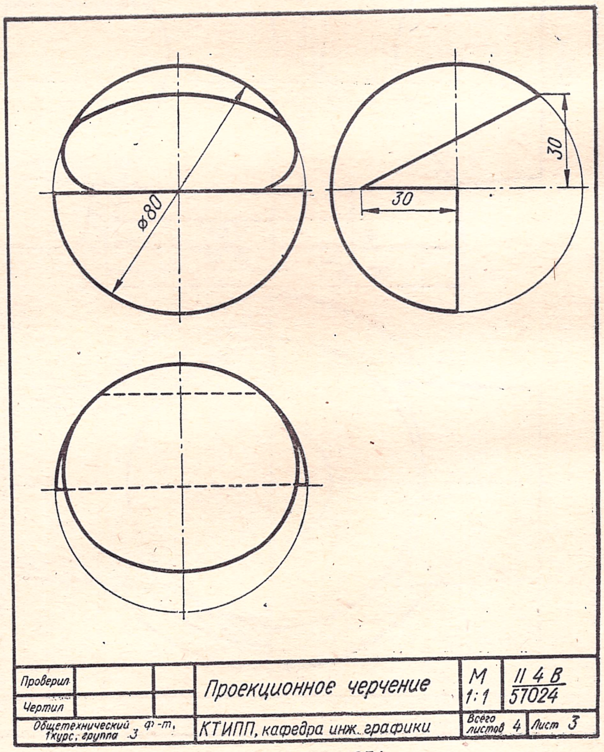


Рис. 251.

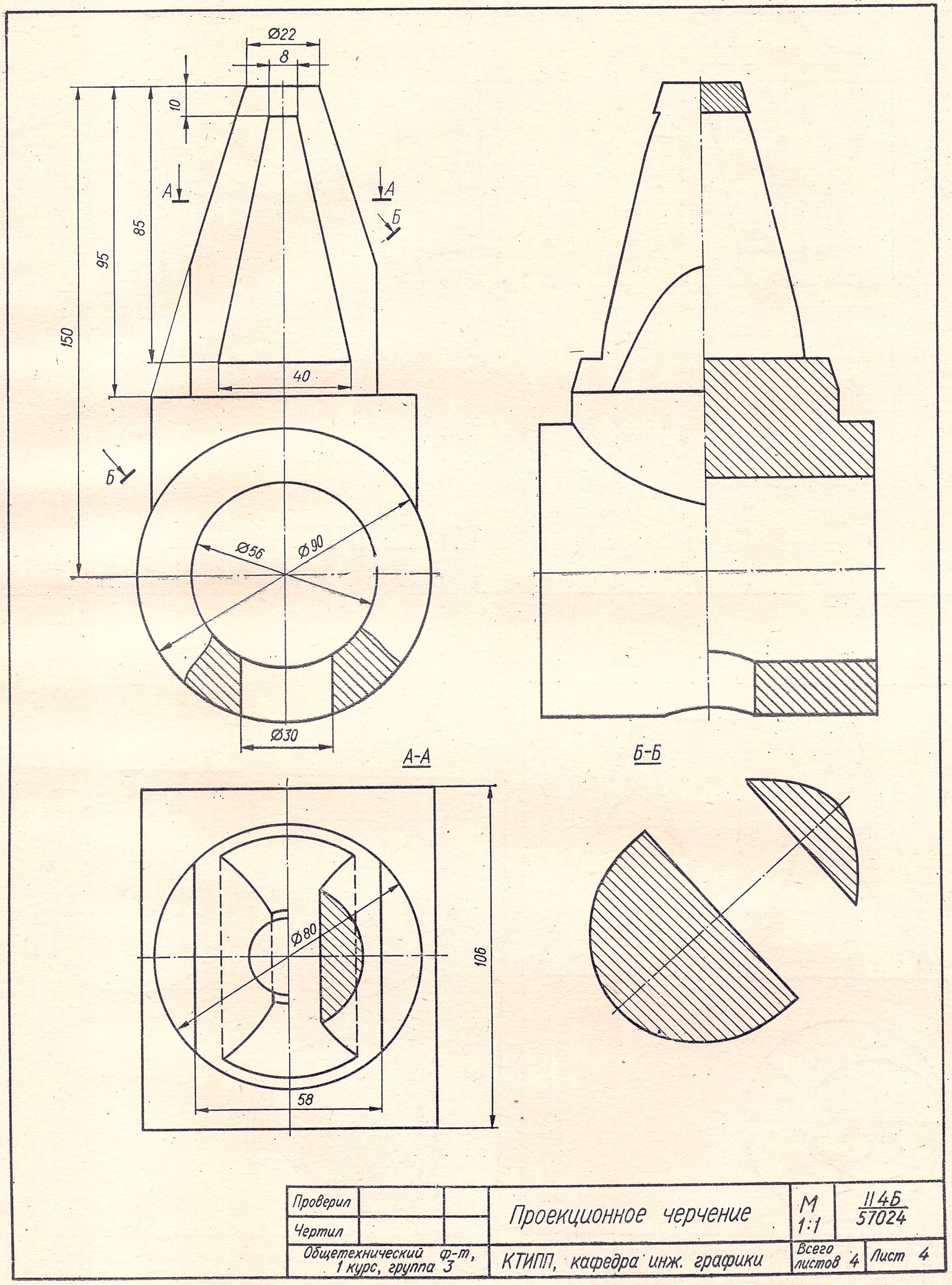

Ø22
8
10
A
A
Б
85
95
150
40
Б
Ø56
Ø90
Ø30
А-А
Б-Б
Ø80
106
58
Проверил
Чертил
Проекционное черчение
М 1:1
II 4Б
57024
Общетехнический ф-т,
1 курс, группа 3
КТИПП, кафедра инж. графики
Всего листов 4
Лист 4

Рис. 252.

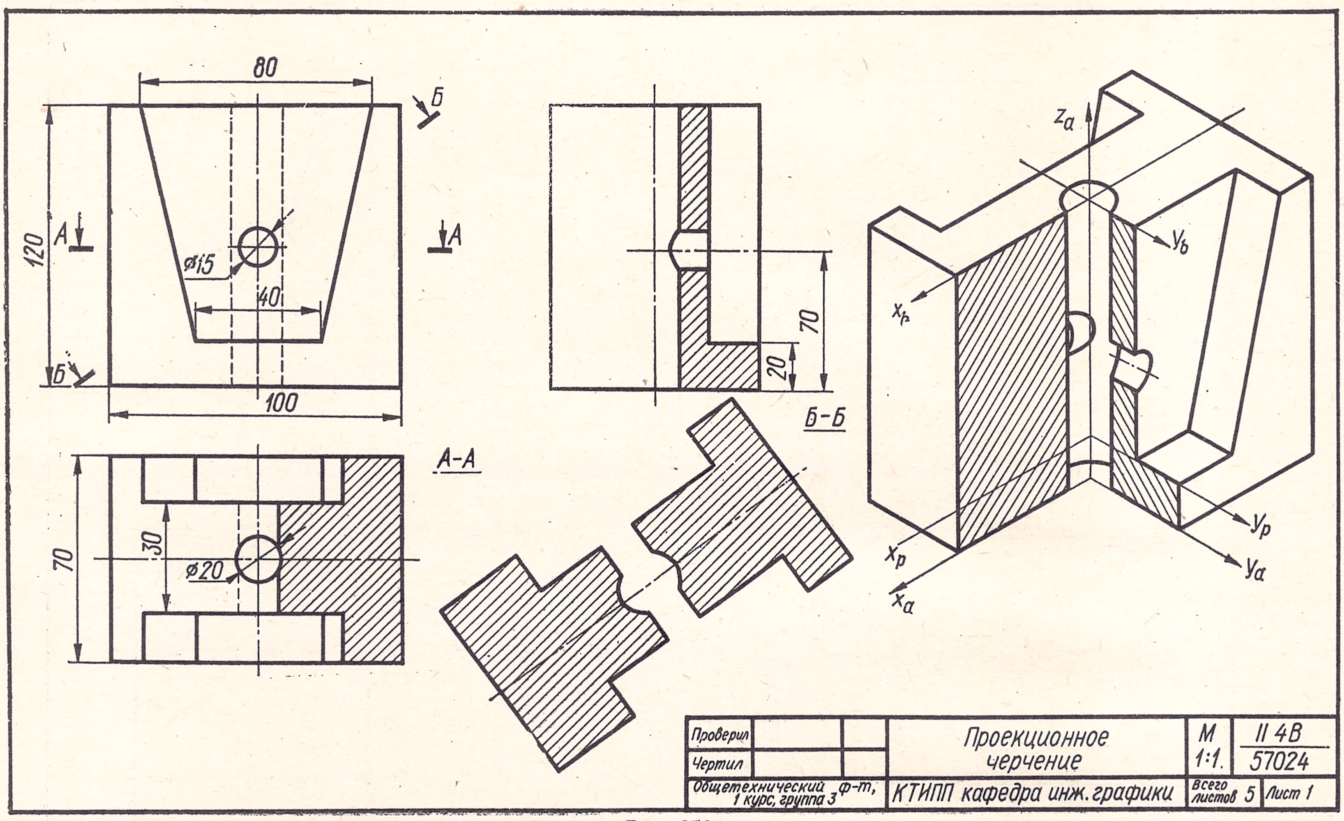


Рис. 253.

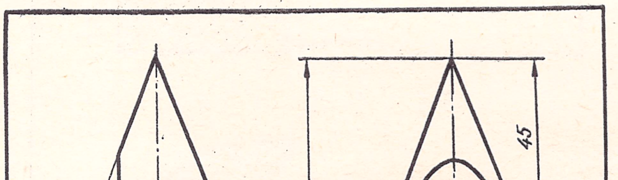


Рис. 254.

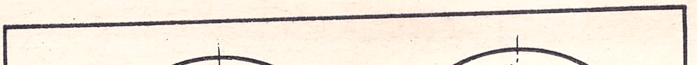


Рис. 255.

Вторая и третья задачи выполняются на форматах 11 (297 × 210). Первая и четвертая задачи выполняются на форматах 12 (297 × 420).

Студенты технологических специальностей выполняют 4 задачи серии Б:

1. Построение ортогональных проекций и аксонометрического изображения детали, выполнение сечения наклонной плоскостью (рис. 249).

2. Построение ортогональных проекций и срезов конуса вращения (рис. 250).

3. Построение ортогональных проекций и срезов сферы (рис. 251).

4. Построения ортогональных проекций технической детали и выполнение косого сечения (рис. 252).

Вторая и третья задачи выполняются на форматах 11 (297 × 210). Первая и четвертая задачи выполняются на форматах 12 (297 × 420).

Студенты машиностроительных, приборостроительных и энергетических специальностей выполняют 5 задач серии В:

1. Построение ортогональных проекций и аксонометрического изображения геометрического тела, выполнение сечения наклонной плоскостью (рис. 253).

2. Построение ортогональных проекций и срезов конуса вращения (рис. 254).

3. Построение ортогональных проекций и срезов сферы (рис. 255).

4. Построение ортогональных проекций детали, выполнение сечения наклонной плоскостью (рис. 256).

5. Построение ортогональных проекций второй детали и выполнение сечения наклонной плоскостью (рис. 257).

Вторая и третья задачи выполняются на форматах 11 (297 × 210). Первая, четвертая и пятая задачи выполняются на форматах 12 (297× 420).

Далее приводится указатель 1, по которому легко найти данные для выполнения задания II.

№ п. п.	Наименование задачи	Серия А	Серия Б	Серия В
		№ табл.	№ табл.	№ табл.
1.	Многогранник	14	18	22
2.	Конус вращения	15	19	23
3.	Сфера	16	20	24
4.	Деталь	17	21	26
5.	Деталь	—	—	26
6.	Деталь дополнительная	Для любой серии		27
7.	Деталь дополнительная	»		28
8.	Деталь дополнительная	»		29

Указания к выполнению задания II «Проекционное черчение». Для выполнения этого задания, независимо от того, какую серию задач — А, Б или В — выполняет студент, необходимо изучить материал, изложенный в § 17 и 18.

Индивидуальные задания приведены в соответствующих таблицах. После выполнения задания буквенные обозначения размеров следует на чертеже заменить цифровыми по данным соответствующих таблиц индивидуальных заданий.

Для выполнения первой задачи серии А (многогранник) следует изучить материал, изложенный в § 19 (см. рис. 217), где показаны построения проекций многогранника и косого сечения, а также § 28 (рис. 226—236), где приведены соответствующие сведения для построения наглядного изображения детали. На рис. 245 приведен пример выполнения первой задачи. Варианты заданий даны в табл. 14 индивидуальных заданий.

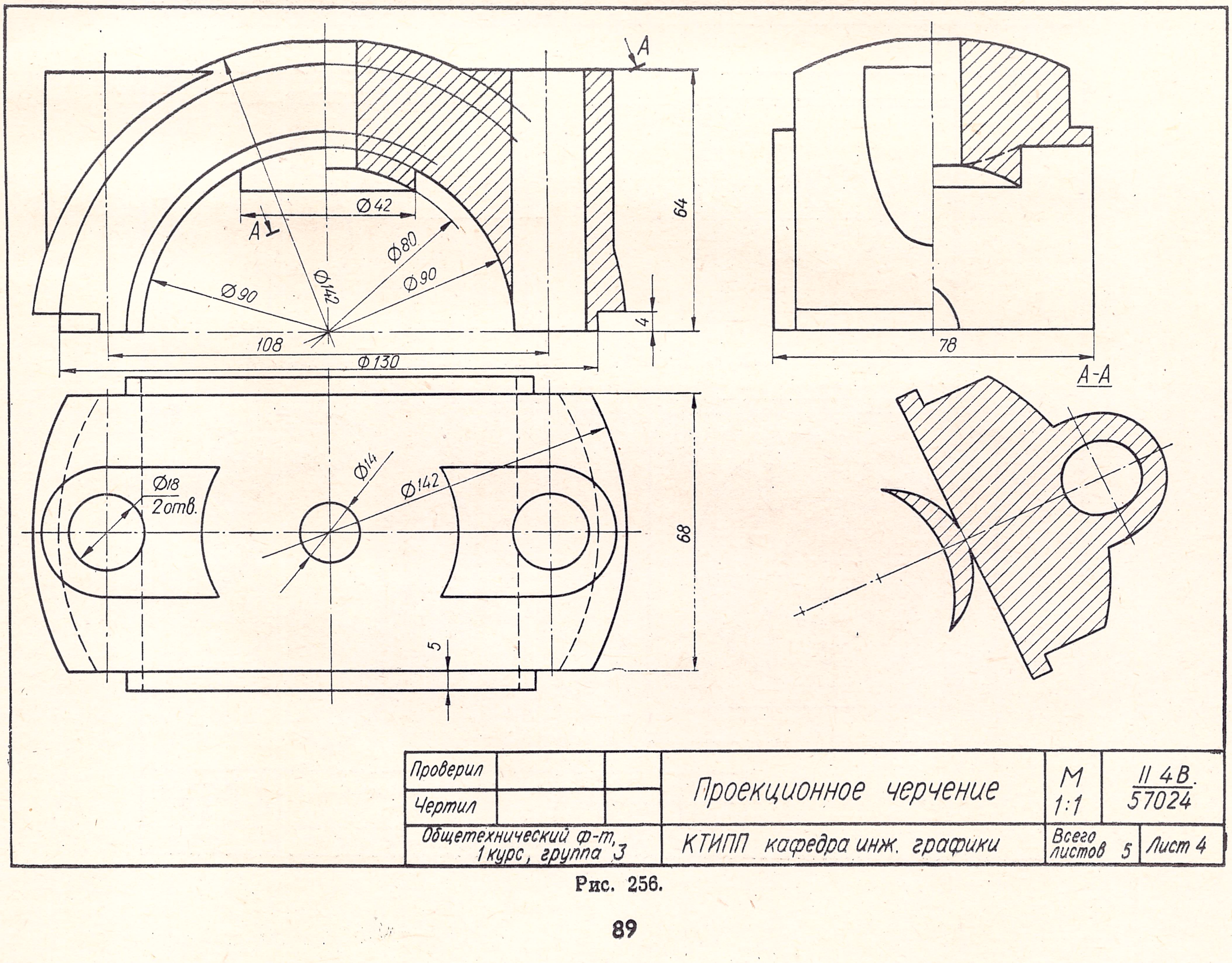


Рис. 256.

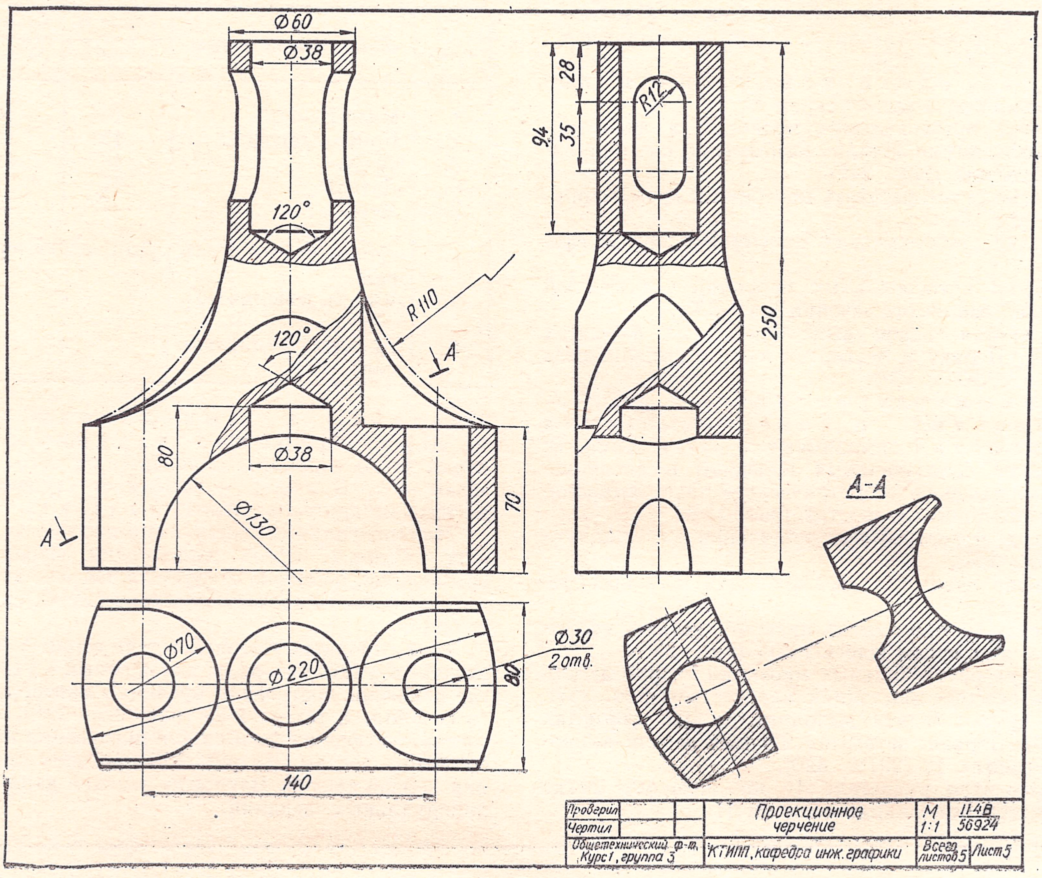


Рис. 257.

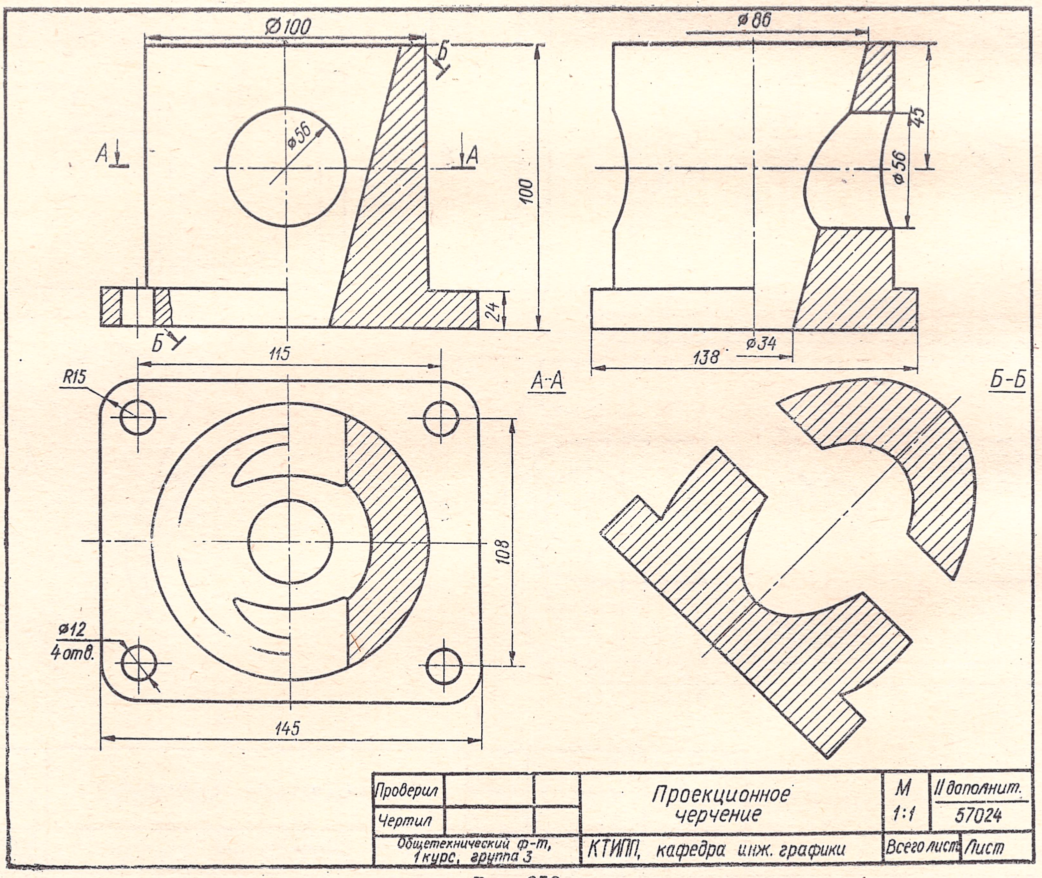
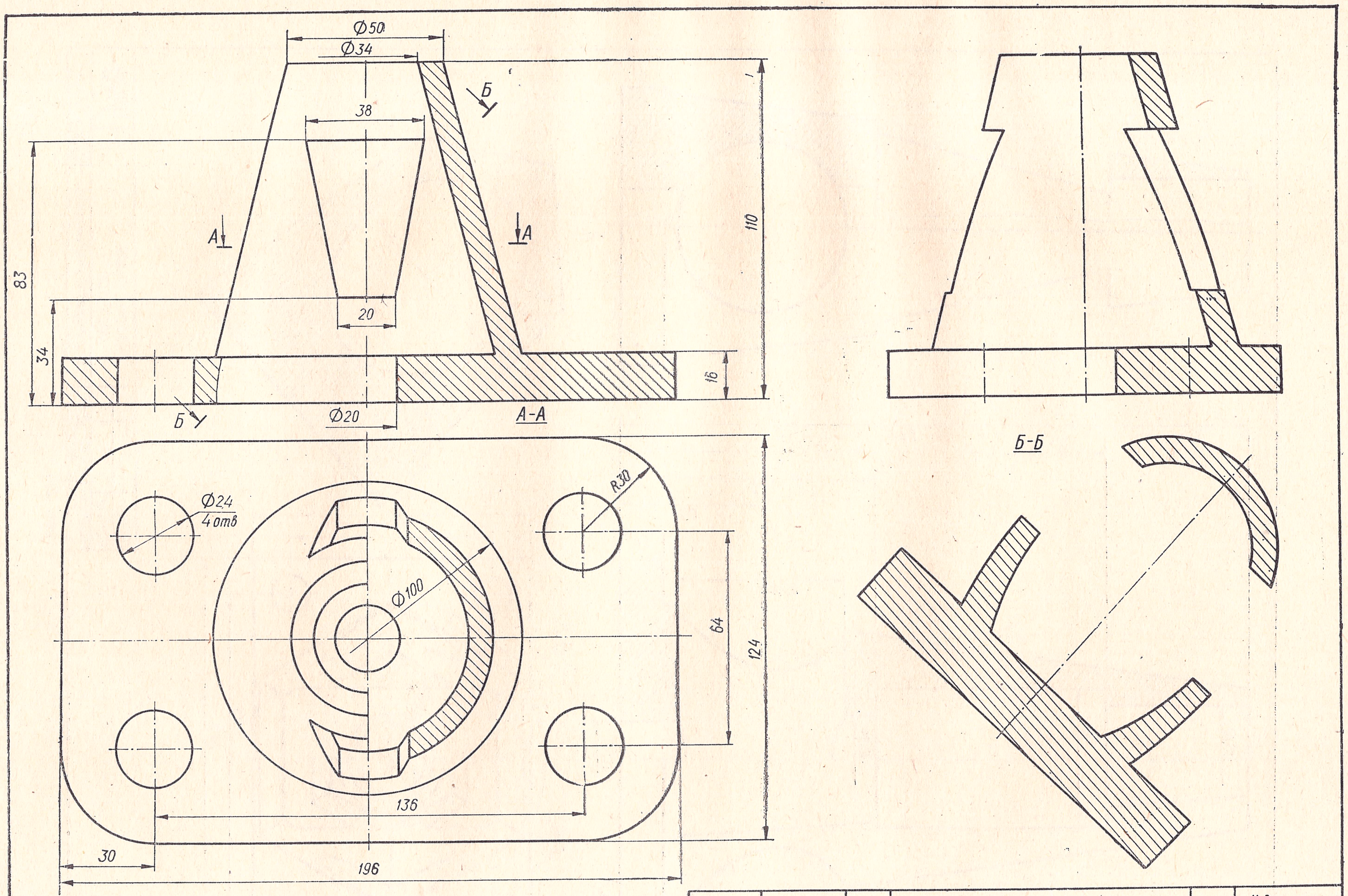


Рис. 258.



Проверил			Проекционное черчение	М 1:1	II дополнит. 57024
Чертил					
Общетехнический ф-т, 1 курс, группа 3			КТИПП, кафедра инж. графики	Всего листов	Лист дополнит.

Рис. 259.

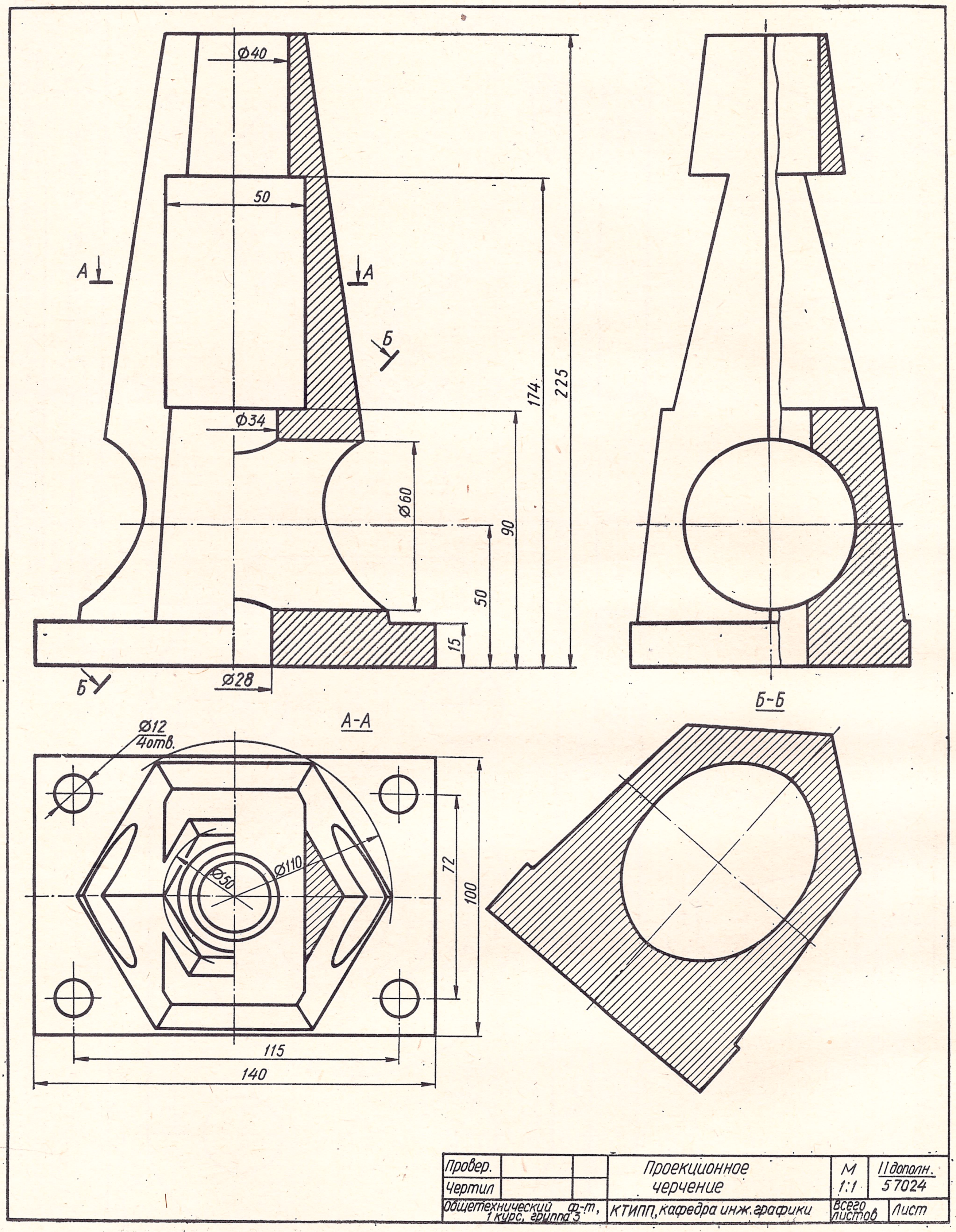
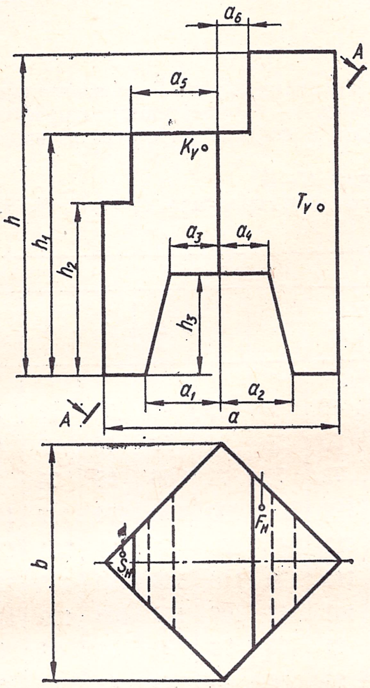

Ø40
50
А
А
Б
174
225
Ø34
Ø60
90
50
15
Б
Ø28
Б-Б
А-А
Ø12
4отв.
Ø50
Ø110
72
100
115
140
Провер.
Чертил
Проекционное черчение
М 1:1
II дополн. 57024
Общетехнический ф-т, 1 курс, группа 3
КТИПП, кафедра инж. графики
Всего листов
Лист

Рис. 260.

Таблица 14

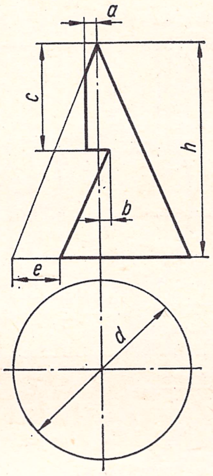


Задание II
Серия А, задача 1

1. Построить три проекции фигуры.
2. Построить сечение *А—А*.
3. Построить диметрическую проекцию фигуры.
4. Построить недостающие проекции точек *F, K, S, T*.

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	110	120	120	110	110	100	110	110	120	110
a_1	35	30	30	35	30	30	20	55	5	55
a_2	35	40	40	35	30	30	20	55	5	25
a_3	22	20	0	0	30	10	40	0	30	55
a_4	22	30	0	22	30	0	40	0	30	25
a_5	40	35	35	35	45	40	35	30	30	35
a_6	20	15	15	0	40	30	25	20	30	20
b	110	120	120	110	110	110	100	100	110	110
h	120	130	130	130	130	90	130	130	130	130
h_1	90	100	100	100	100	120	100	100	110	100
h_2	70	80	80	80	80	70	90	130	100	80
h_3	46	50	60	60	60	40	70	60	70	60

Таблица 15

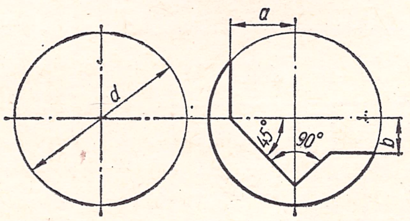


Задание II
Серия А, задача 2

Построить три проекции фигуры

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	80	80	70	84	80	78	86	80	82	76
h	100	104	100	108	106	98	106	100	105	100
a	12	10	0	12	10	9	12	8	10	6
h	5	10	12	12	0	0	12	0	4	12
c	50	40	50	45	52	52	58	46	50	46
e	65	0	0	0	0	19	36	0	65	0

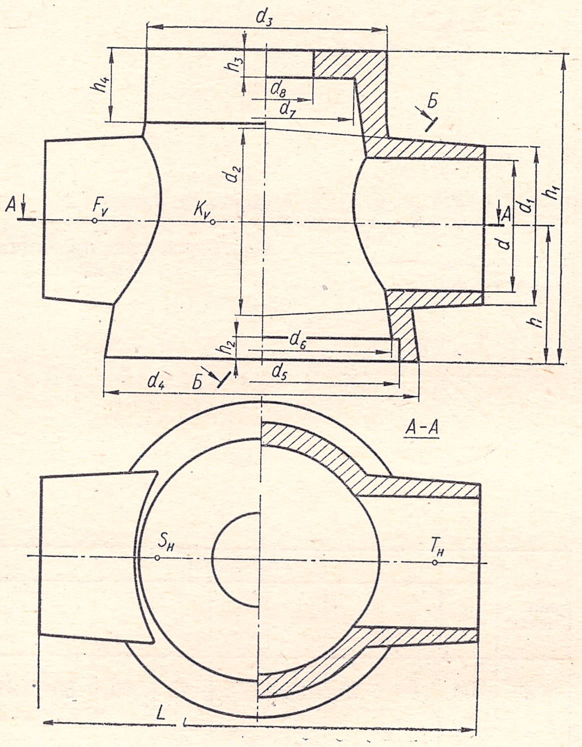
Таблица 16



Задание II
Серия А, задача 3

Построить три проекции фигуры

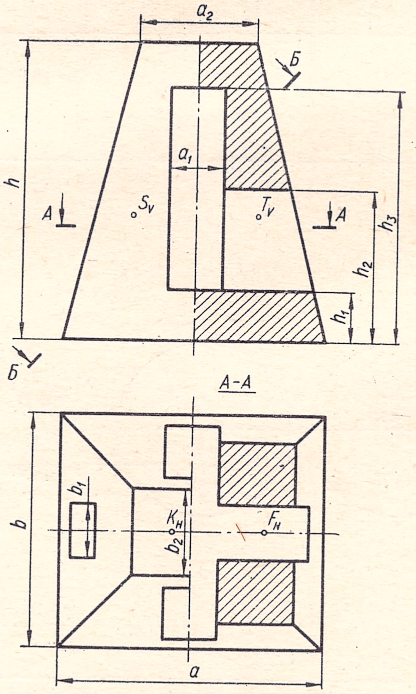
Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	80	82	78	76	80	82	80	76	82	80
a	30	20	28	22	34	36	32	25	24	18
b	15	10	0	12	26	20	22	13	18	7



Задание II
Серия А, задача 4

1. Построить три проекции детали. В горизонтальной проекции показать разрез *А—А*. Фронтальную и профильную проекции показать в соединении половины вида и разреза.
2. Построить сечение *Б—Б*.
3. Построить недостающие проекции точек *K*, *F*, *S*, *T*.

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	50	40	42	48	46	52	44	54	50	52
d_1	60	50	52	60	60	64	56	68	62	64
d_2	70	62	64	72	70	74	66	78	74	72
d_3	100	110	116	100	100	100	110	104	102	100
d_4	130	130	130	128	130	130	136	124	124	130
d_5	120	120	116	112	120	116	126	110	108	120
d_6	116	110	100	102	116	106	116	100	100	110
d_7	86	94	98	84	86	76	94	76	86	90
d_8	30	48	58	28	30	40	38	40	36	30
h	50	46	42	48	50	52	40	54	50	52
h_1	120	110	112	118	120	122	110	124	120	122
h_2	8	7	8	6	8	6	8	6	8	6
h_3	8	6	10	7	8	10	6	10	10	8
h_4	15	14	16	14	15	12	14	12	14	10
L	160	158	162	164	160	160	162	164	160	162

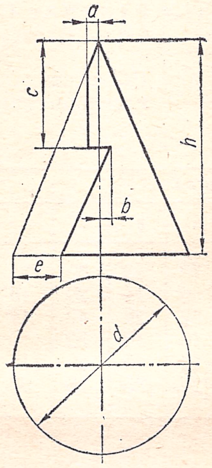


Задание II
Серия Б, задача 1

1. Построить три проекции фигуры. Фронтальную проекцию показать в соединении половины вида с половиной разреза. В горизонтальной проекции показать половину вида в соединении с разрезом *А—А*. Профильную проекцию показать в соединении половины вида с половиной разреза.
2. Построить сечение *Б—Б*.
3. Построить недостающие проекции точек *K*, *F*, *S*, *T*.
4. Построить изометрическую проекцию фигуры с вырезом одной части.

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	90	90	80	80	80	80	80	80	80	80
a_1	20	20	30	20	30	30	26	20	20	20
a_2	40	40	40	40	50	46	50	42	56	50
b	90	90	90	80	80	80	80	80	80	80
b_1	20	20	26	30	24	30	26	20	20	20
b_2	30	30	30	36	40	40	36	30	40	36
h	110	110	110	110	115	115	115	120	120	120
h_1	15	15	20	15	10	20	10	15	10	10
h_2	50	40	46	60	50	70	50	60	40	48
h_3	80	60	80	80	90	90	90	90	60	90

Таблица 19

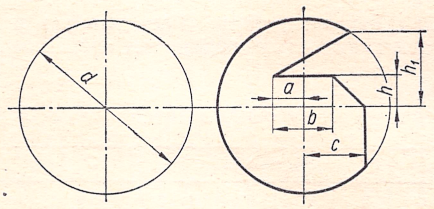


Задание II
Серия Б, задача 2

Построить три проекции фигуры

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	80	80	70	84	80	78	86	80	82	76
h	100	104	100	108	106	98	106	100	105	100
a	12	10	0	12	10	9	12	8	10	6
b	5	10	12	12	0	0	12	0	4	12
c	50	40	50	45	52	52	58	46	50	46
e	65	0	0	0	0	19	36	0	65	0

Таблица 20

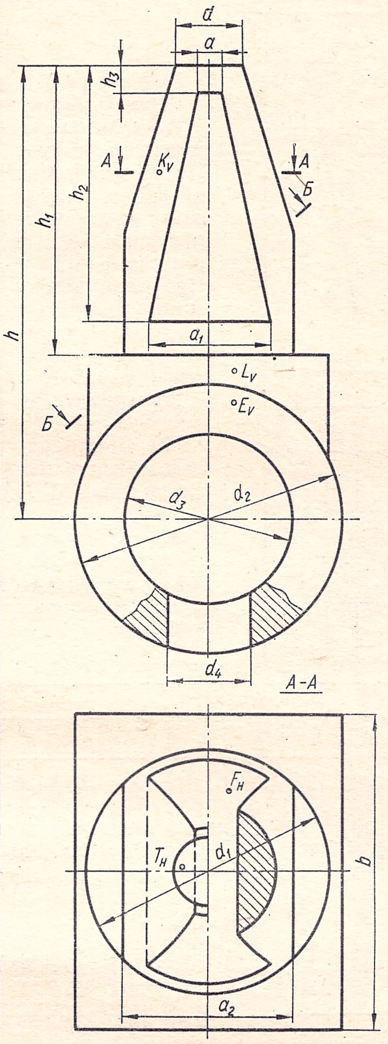


Задание II
Серия Б, задача 3

Построить три проекции фигуры

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	80	82	84	80	80	78	82	80	82	86
a	15	16	0	18	30	0	14	20	18	30
b	30	28	15	30	30	32	28	40	18	40
c	30	28	32	28	0	10	10	32	0	30
h	15	14	10	16	0	12	15	20	15	14
h_1	30	32	34	28	30	26	35	28	30	32

Таблица 21



Задание II
Серия Б, задача 4

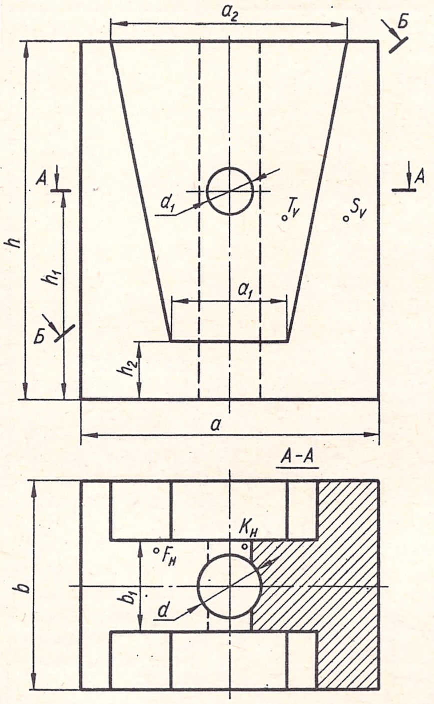
1. Построить три проекции фигуры. В горизонтальной проекции показать разрез $A—A$ в соединении с половиной вида. Профильную проекцию показать в соединении половины вида с разрезом.

2. Построить сечение $Б—Б$.

3. Построить недостающие проекции точек K, F, E, L, T.

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
h	154	140	118	120	136	130	144	140	134	140
h_1	98	86	70	80	96	90	92	90	82	90
h_2	88	76	70	60	86	80	92	80	72	90
h_3	8	10	18	8	20	12	20	12	8	10
a	8	10	16	8	10	8	10	10	10	16
a_1	40	56	50	30	40	50	60	48	50	46
a_2	54	66	58	42	68	56	72	58	66	76
b	106	120	100	96	98	100	110	112	115	114
d	22	24	30	26	32	30	30	26	28	30
d_1	80	90	74	72	72	70	80	72	78	86
d_2	90	96	84	80	80	80	92	82	78	96
d_3	58	60	36	44	48	46	80	52	40	58
d_4	30	26	26	28	30	28	30	26	27	32

Таблица 22



Задание II
Серия В, задача 1

1. Построить три проекции фигуры. В горизонтальной проекции показать соединение половины вида и разреза $A—A$. Профильную проекцию показать в соединении половины вида половины разреза.

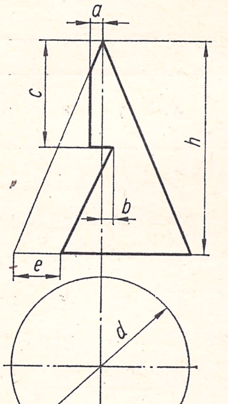
2. Построить сечение $Б—Б$.

3. Построить недостающие проекции точек K, F, L, и T.

4. Построить изометрическую проекцию фигуры с вырезом одной четверти.

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
h	120	130	110	124	120	120	110	130	130	120
h_1	70	80	50	90	100	60	60	70	70	40
h_2	20	10	8	10	6	20	30	40	40	10
a	100	110	100	104	90	100	110	90	90	100
a_1	30	32	50	10	8	40	70	30	20	10
a_2	80	82	50	90	60	100	90	70	72	80
b	70	80	60	80	60	70	60	50	50	70
b_1	30	32	28	30	40	30	40	40	20	40
d	24	22	18	20	30	26	30	28	15	30
d_1	18	22	16	18	30	20	20	20	15	20

Таблица 23

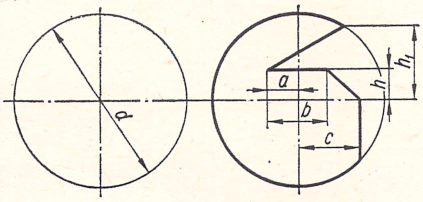


Задание II
Серия В, задача 2

Построить три проекции фигуры

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	80	80	70	84	80	78	86	80	82	76
h	100	104	100	108	106	98	106	100	105	100
a	12	10	0	12	10	9	12	8	10	6
b	5	10	12	12	0	0	12	0	4	12
c	50	40	50	45	52	52	58	46	50	46
e	65	0	0	0	0	19	36	0	65	0

Таблица 24

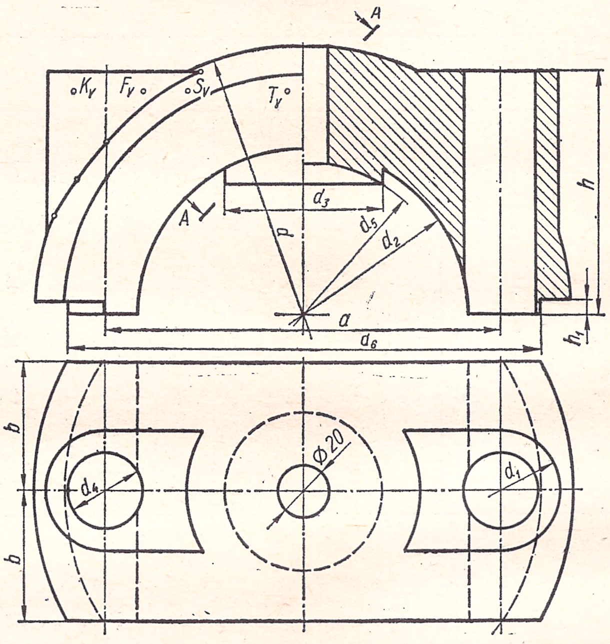


Задание II
Серия В, задача 3

Построить три проекции фигуры

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	80	82	84	80	80	78	82	80	82	76
a	15	16	0	18	30	0	14	20	18	30
b	30	28	15	30	30	32	28	40	18	40
c	30	28	32	28	0	10	10	32	0	30
h	15	14	10	16	0	12	15	20	15	14
h_1	30	32	34	28	30	26	35	28	30	32

Таблица 25



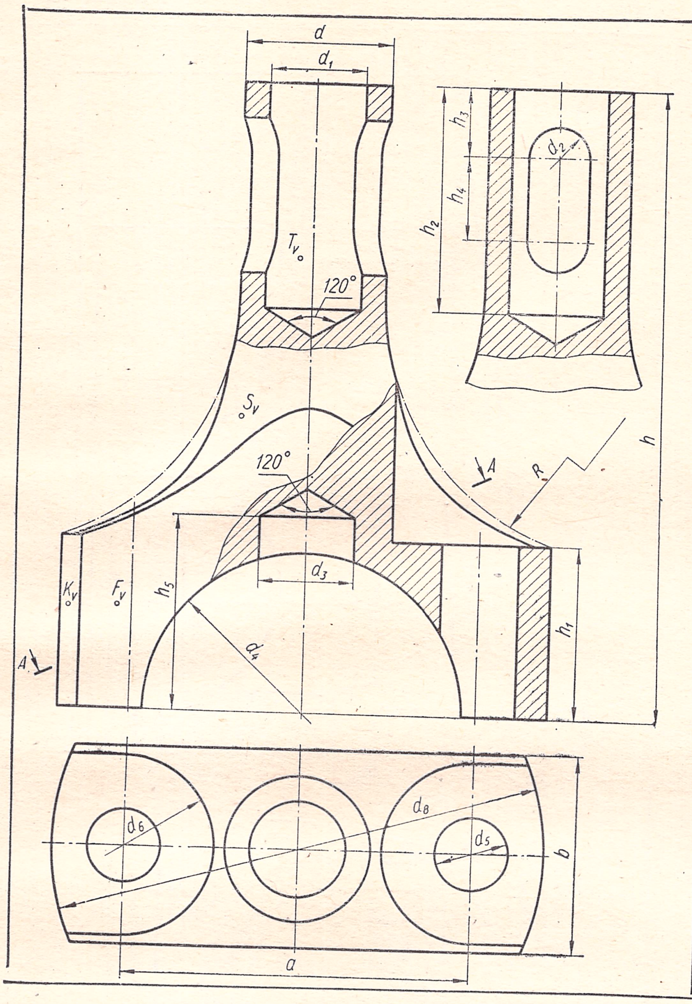
Задание II
Серия В, задача 4

1. Построить три проекции детали. Фронтальную и профильную проекции показать в соединении половины вида и половины разреза.

2. Построить сечение $A—A$.

3. Построить недостающие проекции точек K, F, S, T.

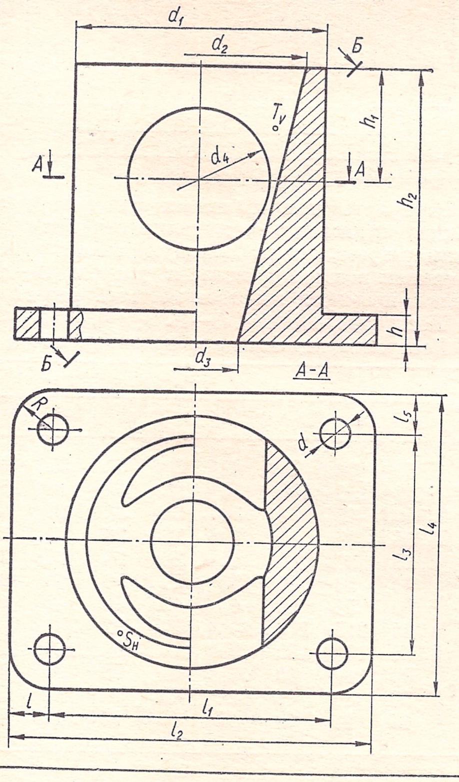
Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	220	200	240	210	220	200	180	220	240	210
d_1	48	40	60	70	50	80	70	80	60	70
d_2	130	115	140	140	120	100	130	120	140	140
d_3	64	56	70	60	54	40	50	54	60	50
d_4	25	26	40	34	26	28	25	30	40	30
d_5	120	110	120	126	106	80	120	106	120	126
d_6	190	180	220	190	200	180	160	200	220	190
h	98	96	104	95	100	90	85	95	104	95
h_1	10	10	12	12	12	10	10	10	12	10
a	156	152	170	160	170	130	120	170	170	160
b	52	50	60	52	40	50	46	54	60	45



Задание II
Серия В, задача 5

1. Построить три проекции детали. В горизонтальной проекции показать вид сверху. Профильную проекцию показать в соединении половины вида с половиной разреза или показать местные разрезы.
2. Построить сечение *А—А*.
3. Построить недостающие проекции точек *K*, *S*, *F*, *T*.

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	60	50	50	60	60	60	60	50	60	72
d_1	38	30	30	32	34	34	34	30	40	36
d_2	24	18	10	16	22	22	20	18	20	26
d_3	38	24	24	16	22	22	20	26	30	32
d_4	130	100	100	110	110	110	110	104	126	132
d_5	30	18	18	14	28	28	26	20	30	34
d_6	70	60	60	60	60	52	60	50	64	60
R	110	75	90	90	95	95	90	85	90	100
d_7	220	150	180	180	190	190	180	170	180	200
a	140	120	120	130	130	120	130	114	134	148
b	80	70	70	80	72	60	70	60	70	80
h	250	210	160	220	245	245	200	210	220	236
h_1	70	76	72	120	70	70	66	62	78	76
h_2	94	66	35	66	80	80	74	82	84	86
h_3	28	20	16	30	24	24	30	32	30	30
h_4	35	14	10	10	25	24	24	26	28	24
h_5	80	85	80	85	76	76	70	72	80	84

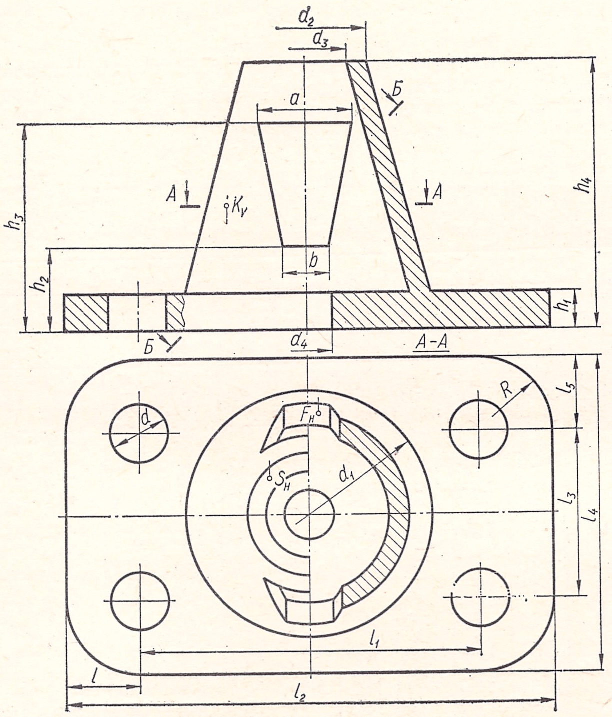


Задание II
(дополнительное)
Серия В, задача 3

1. Построить три проекции фигуры. Горизонтальную проекцию показать в соединении разреза *А—А* с половиной вида. Фронтальную и профильную проекции показать в соединении половины вида с половиной разреза.
2. Построить сечение *Б—Б*.
3. Построить недостающие проекции точек *S* и *T*

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l	32	15	30	32	20	32	24	26	20	22
l_1	136	130	130	136	144	130	128	100	110	100
l_2	200	160	190	200	184	194	176	152	150	144
l_3	70	86	90	80	74	64	128	110	80	80
l_4	134	116	150	144	114	128	176	162	120	124
l_5	32	15	30	32	20	32	24	26	20	22
R	32	15	30	32	20	32	24	26	20	22
d	24	20	20	24	16	22	20	18	20	18
d_1	120	118	108	120	110	98	110	94	120	90
d_2	100	98	90	100	80	78	90	74	100	70
d_3	50	40	50	100	50	48	90	40	60	70
d_4	60	60	40	60	40	30	90	45	60	60
h	16	22	16	18	18	16	18	16	18	18
h_1	50	30	28	46	50	30	60	45	60	75
h_2	110	124	132	120	130	112	120	130	120	130

7 2-1421



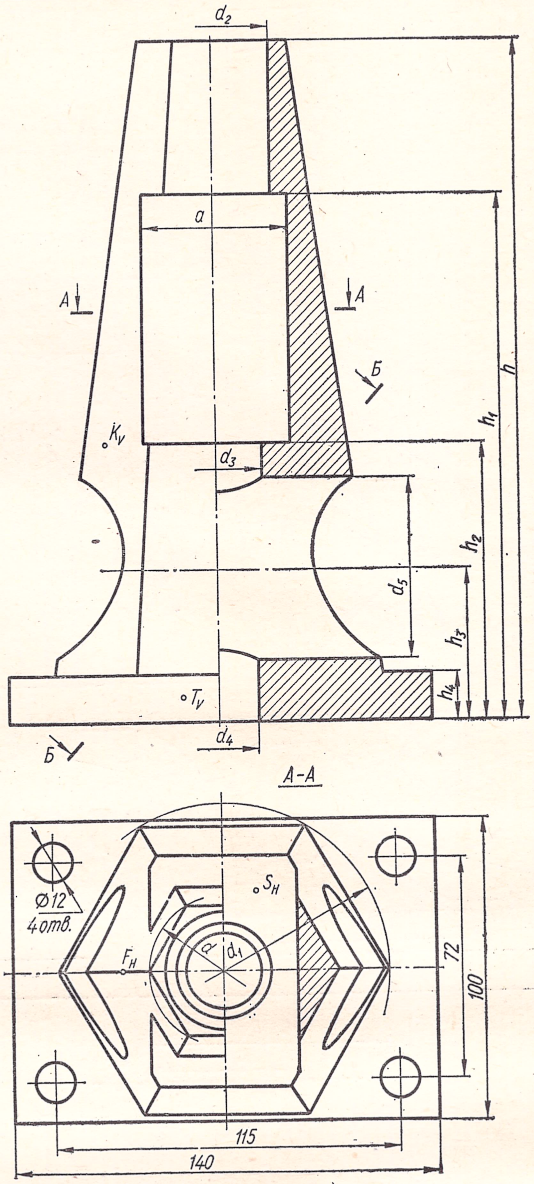
Задание II (дополнительное)

1. Построить три проекции фигуры. Горизонтальную проекцию показать в соединении разреза *А—А* с половиной вида. Фронтальную и профильную проекции показать в соединении половины вида с половиной разреза.

2. Построить сечение *Б—Б*.

3. Построить недостающие проекции точек *К*, *Е*, *F*, *S*.

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l	32	15	20	25	20	32	18	15	20	18
l_1	136	130	150	160	144	130	120	140	120	110
l_2	200	160	190	210	184	194	156	170	160	146
l_3	70	86	80	70	74	64	90	110	100	90
l_4	134	116	120	120	114	128	126	140	140	126
l_5	32	15	20	25	20	32	18	15	20	18
R	32	15	20	25	20	32	18	15	20	18
d	24	20	15	24	20	22	20	20	20	14
d_1	120	108	94	100	106	98	100	94	120	90
d_2	60	70	94	60	96	50	70	94	80	60
d_3	44	50	74	40	80	34	50	74	60	40
d_4	32	16	18	20	30	30	16	22	30	30
a	50	50	60	40	70	30	40	70	60	40
b	20	10	20	10	30	8	10	18	10	12
h_1	16	18	16	18	18	12	14	16	18	18
h_2	24	22	20	22	34	20	24	26	22	24
h_3	80	96	120	100	116	70	96	120	90	90
h_4	110	124	132	120	130	112	110	130	120	130



Задание II (дополнительное)

1. Построить три проекции фигуры. Фронтальную проекцию показать в соединении половины вида и половины разреза. Горизонтальную проекцию показать в соединении половины вида и разреза *А—А*. В профильной проекции показать местный разрез.

2. Построить сечение *Б—Б*.

3. Построить недостающие проекции точек *К*, *F*, *S*, *T*

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	50	60	70	62	60	60	50	60	60	50
d_1	110	100	100	90	98	100	110	110	100	100
d_2	40	40	50	30	30	32	36	40	34	30
d_3	34	36	40	20	26	26	30	34	24	26
d_4	28	30	32	15	20	20	24	28	14	20
d_5	60	50	42	50	54	56	50	60	34	60
a	50	50	50	40	40	40	42	42	44	40
h	225	215	210	200	190	192	200	225	215	210
h_1	174	160	180	195	170	160	120	174	130	180
h_2	90	80	90	105	92	98	70	110	70	110
h_3	50	40	46	54	47	50	50	53	37	65
h_4	15	10	10	15	10	12	20	15	10	15

Для выполнения второй задачи (конуса вращения) следует изучить материал, изложенный § 18 (рис. 211—214). На рис. 246 приведен пример выполнения второй задачи, а варианты заданий указаны в табл. 15.

Для выполнения третьей задачи серии А (построение проекций сферы) следует изучить материал, изложенный в § 18 (рис. 215). Пример выполнения задачи № 3 показан на рис. 247. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 16.

Для выполнения четвертой задачи серии А (построение проекций детали и наклонного сечения) необходимо изучить материал, изложенный в § 27, 28 (рис. 220, 221). В табл. 17 индивидуальных заданий указано, какой чертеж детали необходимо выполнить. На рис. 248 показан пример выполнения такой задачи.

Для выполнения первой задачи серии Б следует изучить материал, изложенный в § 20 (рис. 218).

В разделе IV, § 28 (рис. 226—232 и рис. 237—240) приведены соответствующие сведения для построения наглядного изображения детали. На рис. 249 показан пример выполнения первой задачи. В табл. 18 приведены варианты индивидуальных заданий для выполнения первой задачи.

Вторую задачу серии Б следует выполнять после изучения материала, изложенного в § 18 (рис. 211—214). Пример выполнения второй задачи (конуса вращения) показан на рис. 250. В табл. 19 приведены варианты индивидуальных заданий.

Для выполнения третьей задачи (сферы) следует изучить материал, изложенный в § 18 (рис. 215). Пример выполнения третьей задачи показан на рис. 251, а в табл. 20 приведены варианты индивидуальных заданий.

Четвертую задачу серии Б следует выполнять после изучения материала, изложенного в § 23—27 (рис. 221—225). Пример выполнения этой задачи показан на рис. 252. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 21.

Для выполнения первой задачи серии В следует изучить материал, изложенный в § 21 (рис. 219), в котором показаны построения проекций и наклонного сечения детали. В § 28 (рис. 226—232 и 241—250) приведены соответствующие сведения для построения наглядного изображения этой детали. Пример выполнения первой задачи показан на рис. 253, а варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 22.

Для выполнения второй задачи серии В (конуса вращения) следует изучить материал, изложенный в § 18 (рис. 211—214). Пример выполнения этой задачи показан на рис. 254. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 23.

Для выполнения третьей задачи серии В (сферы) необходимо изучить материал, изложенный в § 18 (рис. 215). На рис. 255 показан пример выполнения этой задачи. Варианты индивидуальных заданий приведены в табл. 24.

Для выполнения четвертой и пятой задач серии В следует изучить материал, изложенный в § 23—27 (рис. 221—225). Примеры выполнения четвертой и пятой задач показаны на рис. 256 и 257. Варианты индивидуальных заданий этих задач приведены в табл. 25 и 26.

Задания II «Проекционное черчение» оформляются так же, как и задания I. Чертеж ограничивается рамкой, отстоящей от линии обреза листа на 5 *мм*. В правом нижнем углу рамки делают надпись (см. рис. 245—260), где числитель II означает второе задание, 4А — номер и серию задания, знаменатель 57023 — номер зачетной книжки.

В случае необходимости увеличения количества заданий по проекционному черчению, особенно для студентов стационарного обучения, можно использовать дополнительные таблицы индивидуальных заданий — табл. 27—29 и рис. 258—260.

По усмотрению кафедры серии могут быть заменены, а количество заданий — сокращено. Так, например, для студентов технологических специальностей могут быть выданы задания серии А, а для механических — задания серии Б и др. Могут выдаваться задания из разных серий.

Задачей этой части курса черчения является изучение способов изображения и обозначения резьб и крепежных изделий, а также выполнение чертежей разъемных и неразъемных соединений деталей.
Составные части изделия содержат основные детали и вспомогательные, с помощью которых осуществляется крепление или соединение основных деталей.
Соединения могут быть разъемными и неразъемными. Разъемные соединения — это такие, которые могут быть разобраны без разрушения отдельных деталей (соединения болтом, шпилькой, шпонкой и т. п.). Неразъемные соединения — это такие, в которых при разборке отдельные элементы разрушаются (клепаные, сварные, паяные).

3

РАЗЪЕМНЫЕ И НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Раздел V. РЕЗЬБА И РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

§ 30. ВИДЫ РЕЗЬБЫ И ИЗОБРАЖЕНИЕ ЕЕ НА ЧЕРТЕЖАХ

В машиностроении, приборостроении и других отраслях производства большое распространение получили разъемные соединения деталей машин, осуществляемые при помощи резьбы различных профилей (треугольного, трапециевидного, прямоугольного, полукруглого и др.).

Резьбу треугольного профиля нарезают обычно на деталях, предназначенных для скрепления, и поэтому ее называют крепежной резьбой. Резьбы иных профилей, по преимуществу трапециевидные и прямоугольные, относятся к ходовым резьбам (резьба на валу для передвижения супорта токарного станка, резьба на винте машинных тисков, домкратов и др.).

Винтовая резьба — это поверхность выступа, образованная при винтовом движении произвольного плоского контура на боковой поверхности цилиндра или конуса.

Различают резьбы:

по форме поверхности:

1) *цилиндрическая резьба* — образованная на поверхности цилиндра;

2) *коническая резьба* — образованная на поверхности конуса;

по характеру поверхности:

3) *наружная резьба* — образованная на наружной поверхности цилиндра или конуса;

4) *внутренняя резьба* — образованная на внутренней поверхности цилиндра или конуса;

по направлению резьбы:

5) *правая резьба* — образованная контуром, вращающимся по часовой стрелке и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя;

6) *левая резьба* — образованная контуром, вращающимся против часовой стрелки и перемещающимся вдоль оси в направлении от наблюдателя;

по числу заходов (выступов и канавок):

7) *однозаходная резьба* — образованная одной винтовой ниткой;

8) *многозаходная резьба* — образованная двумя, тремя и т. д. винтовыми нитками.

Винтовая нитка — это выступ винтовой резьбы, образованный одним профилем.

Шаг резьбы — расстояние между соответствующими точками двух соседних витков, измеренное параллельно оси резьбы.

Ход резьбы — расстояние между соответствующими точками на поверхности винтовой нитки за один оборот контура, измеренное параллельно оси резьбы.

Число заходов резьбы — число ниток, образующих резьбу.

Каждый вид резьбы характеризуется наружным, внутренним и средним диаметрами, углом и высотой профиля.

Изображение и обозначение резьбы на чертежах. На чертежах резьбы принято изображать и обозначать условно, согласно ГОСТ 2.311—68. Характер условного изображения одинаков для всех видов стандартизованных резьб.

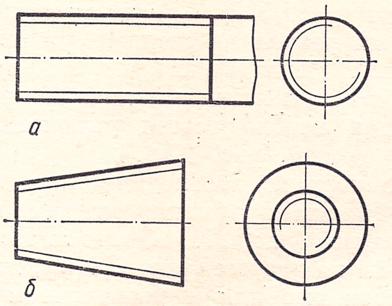


Рис. 261.

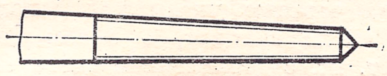


Рис. 262.

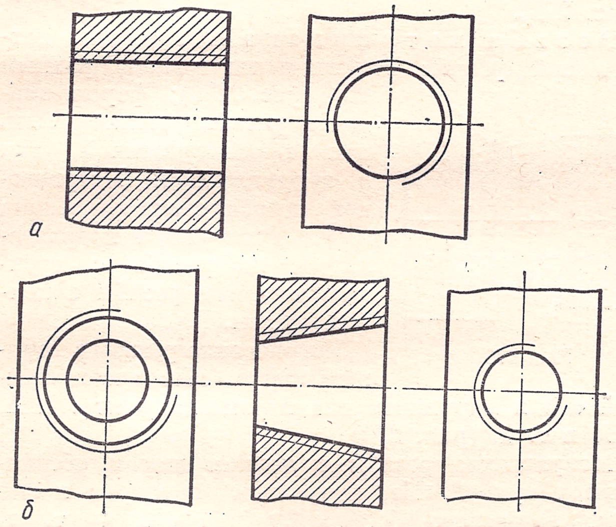


Рис. 263.

В соответствии с новым стандартом «Изображение резьбы», который устанавливает правила изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах всех отраслей промышленности и строительства, резьбу изображают:

а) на стержне — сплошными основными линиями по наружному диаметру и сплошными тонкими линиями — по внутреннему.

На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят на всю длину резьбы без сбега (рис. 261 и 262).

На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную 3/4 окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 261);

б) в отверстии — сплошными основными линиями по внутреннему диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями — по наружному диаметру (рис. 263).

Резьба, показываемая как невидимая, должна изображаться штриховыми линиями единой толщины по наружному и по внутреннему диаметрам (рис. 264).

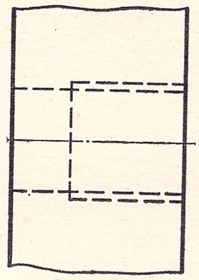


Рис. 264.

На разрезах, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси отверстия, сплошная тонкая линия по наружному диаметру резьбы проводится на всю длину резьбы без сбега, а на изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную 3/4 окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 263).

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега).

Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной

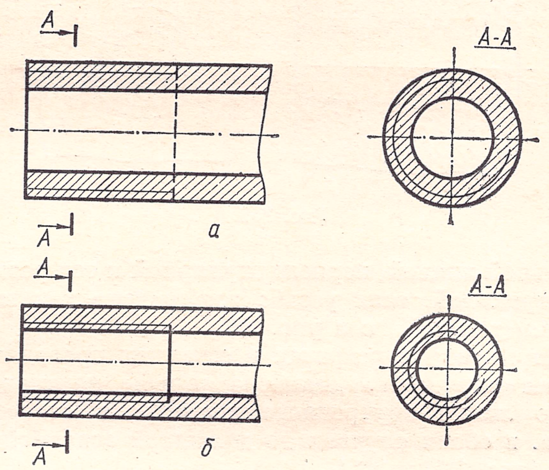


Рис. 265.

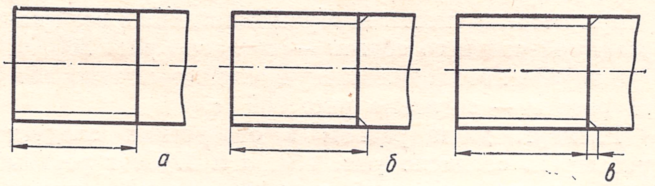


Рис. 266.

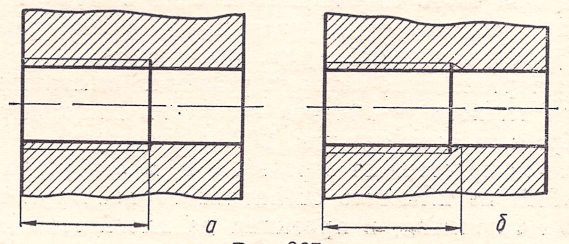


Рис. 267.

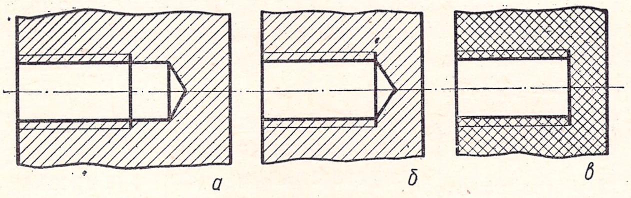


Рис. 268.

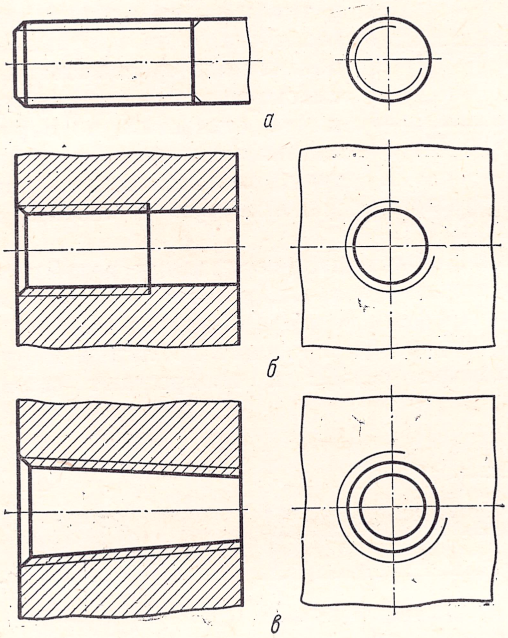


Рис. 269.

основной линией, перпендикулярной к оси резьбы, и штриховой, если резьба изображена как невидимая (рис. 261, *а* и рис. 265).

Штриховку в разрезах и сечениях проводят до линии наружного диаметра резьбы на стержне и до линии внутреннего диаметра в отверстии (т. е. в обоих случаях до сплошной основной линии (рис. 263 и 265).

Размер длины резьбы следует указывать:

при изображении длины резьбы полного профиля, как правило, без сбега — согласно рис. 266, *а*;

при необходимости изображения длины всей нарезанной части со сбегом — согласно рис. 266, *б*;

в случае необходимости указания величины сбега резьбы — согласно рис. 266, *в*.

Размеры длин резьбы в отверстиях следует указывать согласно рис. 267, *а* и *б*. Сбег резьбы изображают сплошной тонкой прямой линией (рис. 266, *б* и *в*, рис. 267, *б*).

Глухое отверстие с резьбой называют гнездом. Конечная часть сверленного гнезда обычно имеет коническую форму (угол при вершине равен 120°), как показано на рис. 268, *а* и *б*.

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать согласно рис. 268, *б* и *в*.

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают (рис. 269). Сплошная тонкая линия изображения резьбы на стержне должна пересекать линию границы фаски (рис. 269, *а*).

Основную плоскость конической резьбы на стержне при необходимости указывают тонкой сплошной линией (рис. 270).

Если на чертеже необходимо показать резьбу с нестандартным профилем, следует применять местный разрез (рис. 271, *а*) или выполнять профиль резьбы на разрезе (рис. 271, *б*), или изображать участок профиля в увеличенном виде как выносной элемент (рис. 271, *в*).

Кроме размеров и предельных отклонений резьбы, на чертеже указывают дополнительные данные о числе заходов, о левом направлении резьбы и т. п., с добавлением слова «*Резьба*».

На разрезах резьбового соединения в изображении на плоскости, параллельной его оси, в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой ввернутым в него стержнем (рис. 272).

Р е з ь б а м е т р и ч е с к а я. Профиль метрической резьбы определяется углом, равным 60° (рис. 273); форма впадины резьбы может быть как плоскосрезанной, так и закругленной. Метрическая резьба стандартизована (ГОСТ 9150—59) и подразделяется на резьбы с крупным шагом и резьбы с мелким шагом.

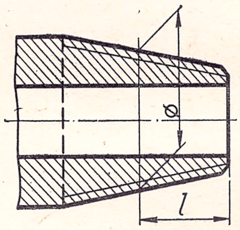


Рис. 270.

Метрические резьбы с крупным шагом обозначают буквой «М» и наружным диаметром, например: М24, М64 и т. д. (рис. 274).

Метрические резьбы с мелким шагом обозначаются буквой «М», наружным диаметром и шагом, например: М24 × 2, М64 × 2 и т. д. (рис. 275).

На чертеже резьбу обозначают по наружному диаметру.

Р е з ь б а д ю й м о в а я. С целью унификации резьб одного и того же значения применение дюймовой резьбы при проектировании новых изделий в СССР запрещено. Резьба дюймовая имеет треугольный профиль с углом у вершины в 55°.

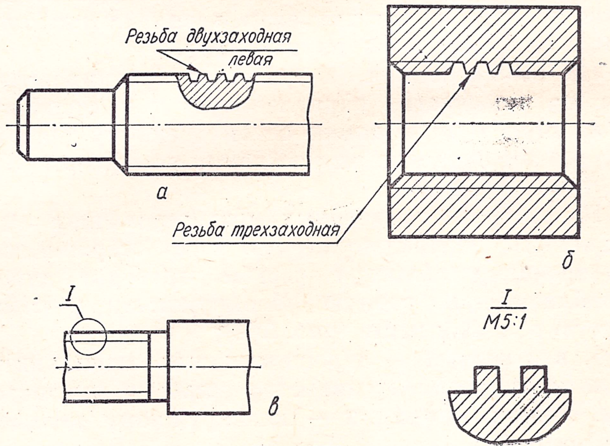


Рис. 271.

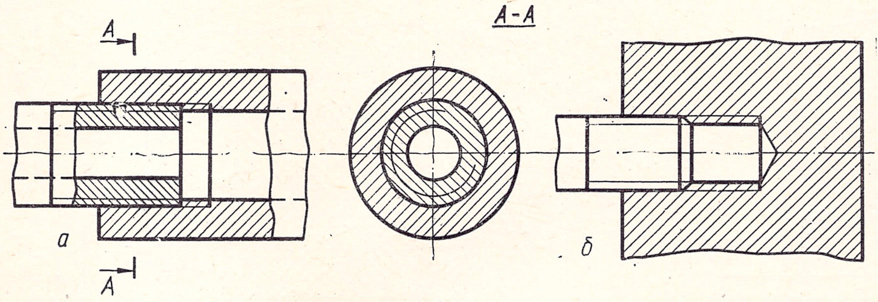


Рис. 272.

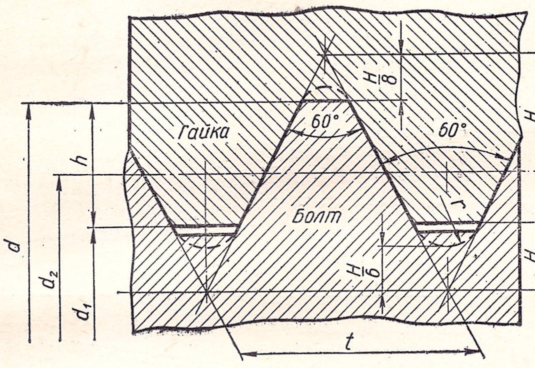


Рис. 273.

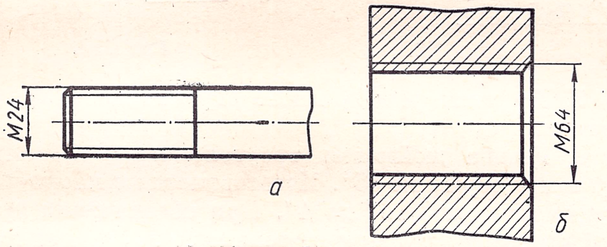


Рис. 274.

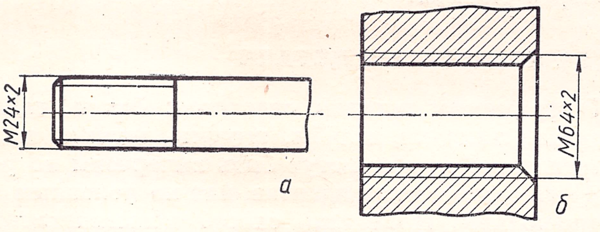


Рис. 275.

На чертеже она обозначается наружным диаметром, выраженным в дюймах, например: 1″, $1^1/_2$″, 2″ (рис. 276).

Резьба трубная. Трубная цилиндрическая резьба применяется для соединения труб, арматуры трубопроводов и других тонкостенных деталей (пробки, заглушки и др.). Угол профиля равен 55°. Профиль резьбы выполняется с закруглениями (рис. 277). Номинальный диаметр трубной резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы. Пример условного обозначения трубной резьбы на чертеже показан на рис. 278.

Резьба трапециевидная (трапецеидальная). Эта резьба служит для передачи движения (в ходовых винтах станков, винтах суппортов, штурвальных винтах, грузовых винтах и т. п.). Угол профиля равен 30° (рис. 279).

Условное обозначение трапециевидной резьбы: Трап. 36 × 6 (где 36 — диаметр, а 6 — шаг резьбы, рис. 280).

Резьба упорная. Упорная резьба применяется в механизмах с большим осевым усилием (в винтовых прессах, в нажимных винтах прокатных станов и т. п.).

Профиль упорной резьбы показан на рис. 281.

Условное обозначение резьбы диаметра 70 *мм* и шага 10 *мм:* Уп. 70 × 10.

Стандартизованы следующие резьбы:

1. Резьба метрическая с крупным и мелким шагами треугольного профиля с углом у вершины 60°

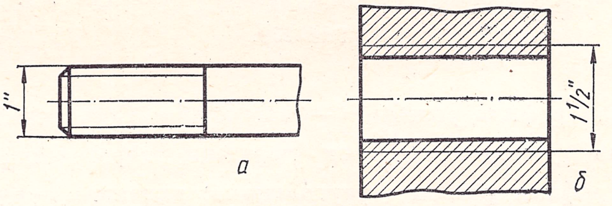


Рис. 276.

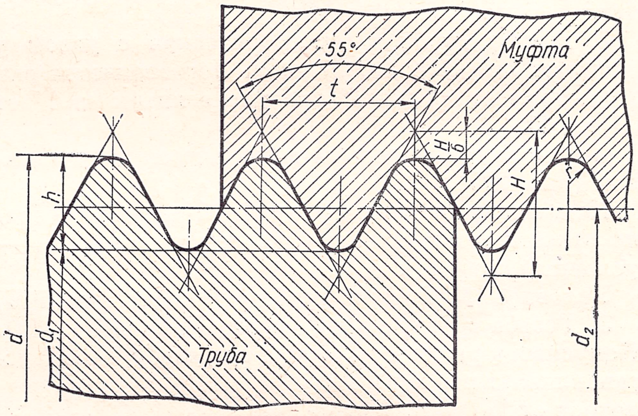


Рис. 277.

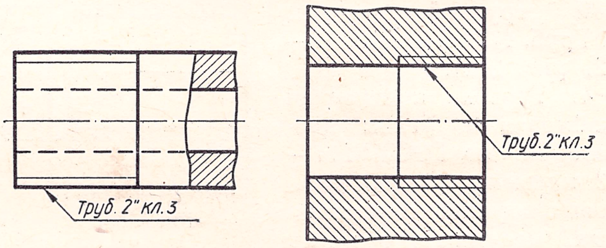


Рис. 278.

(ГОСТ 8724—58). Размеры метрической резьбы для диаметров от 1 до 600 *мм* установлены ГОСТ 9150—59.

Размеры метрической резьбы с мелким шагом отличаются от резьбы с крупным шагом тем, что при одном и том же наружном диаметре имеют меньший шаг и глубину резьбы.

Форма впадины резьбы болта может быть плоскосрезанной или закругленной с радиусом закругления $r = \frac{H}{6} = 0{,}144t$, где H — теоретическая высо-

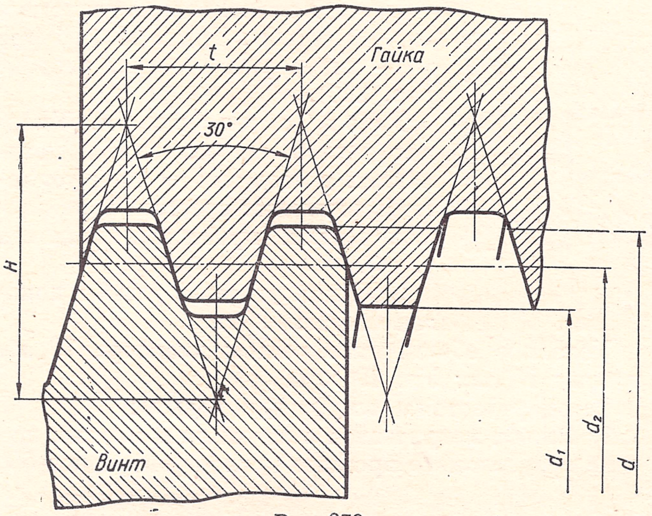


Рис. 279.

та профиля резьбы, t — шаг резьбы. Срез резьбы на расстоянии $\frac{H}{6}$ от вершины теоретического профиля резьбы (треугольника) является исходным размером при проектировании резьбообрабатывающих инструментов.

2. Резьба трубная цилиндрическая с углом у вершины 55° (ГОСТ 6357—52). Изготовляется она диаметром от 1/8 до 6″ при числе ниток на 1″ от 28 до 11.

Форма впадины резьбы выполняется закругленной (рис. 277).

Номинальный диаметр трубной резьбы условно отнесен к внутреннему диаметру трубы ($D_у$ — условный проход).

Условное обозначение трубной резьбы: Труб. 3/4″.

3. Резьба трубная коническая (ГОСТ 6211—51). Конусность равна 1 : 16. На эту резьбу ГОСТ устанавливает размеры диаметров от 1/8 до 6. Условное обозначение конической трубной резьбы: К Труб. 1/2″ (ГОСТ 6211—52, рис. 282).

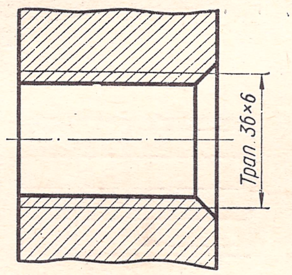


Рис. 280.

4. Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60° по ГОСТ 6111—52 применяется для резьбовых соединений топливных, масляных, водяных и воздушных трубопроводов, машин и станков. Условное обозначение конической резьбы 3/4″ (ГОСТ 6111—52, рис. 283).

5. Резьба трапециевидная, профилем которой служит равнобоковая трапеция с углом 30° (ГОСТ 9484—60). Стандарт на эту резьбу охватывает диаметры от 10 до 640 *мм*. Условное обозначение трапециевидной резьбы: Трап. 26 × 5.

6. Резьба упорная, имеющая профиль трапеции, одна из сторон которой наклонена на 30°, а вторая — на 3° к нормали, проведенной к оси резьбы. Упорная резьба диаметром от 10 до 600 *мм* выполняется по ГОСТ 10177—62.

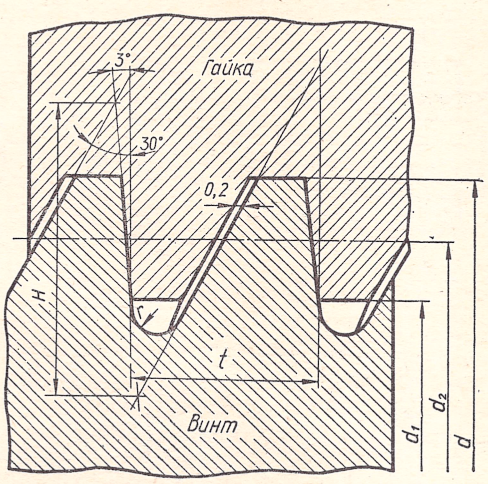


Рис. 281.

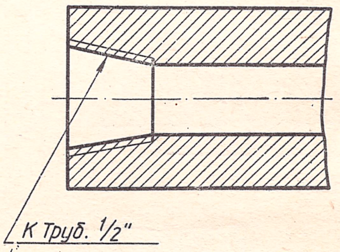


Рис. 282.

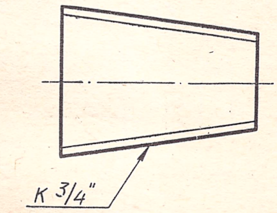


Рис. 283.

7. Круглая резьба имеет ограниченное применение.

8. Резьба дюймовая треугольного профиля с углом у вершины 55°. Изготовляется с наружным диаметром от 3/16″ до 4″. При обозначении дюймовой резьбы указывают только ее наружный диаметр в дюймах.

§ 31. КРЕПЕЖНЫЕ ДЕТАЛИ

К крепежным деталям относятся: болты, гайки, винты, шпильки, шайбы, штифты, шпонки и др. Крепежные детали могут быть вычерчены по размерам, взятым из стандартов, или по условным соотношениям. Последний способ применяется на сборочных чертежах и на чертежах, по которым детали не изготовляются. Условные соотношения для всех элементов деталей рекомендуется брать в зависимости от наружного диаметра резьбы d и шага резьбы t.

Болты. Болтом называется резьбовое изделие, служащее соединительной деталью для разъемного соединения и представляющее собой стержень, снабженный резьбой для гайки на одном конце и головкой на другом.

Головки болтов имеют форму шестигранника, полукруглую, коническую, с квадратным подголовком или «усом» для удержания болта от провертывания при завинчивании гайки.

В условном обозначении болтов указываются наименование, вариант исполнения, диаметр резьбы, длина, класс прочности, класс точности, материал, вид и толщину покрытия, номер ГОСТа. Примеры условных обозначений болта диаметром

$d = 12$ *мм*, длиной $l = 60$ *мм*, класса прочности 5, 8, исполнения 1, с крупным шагом резьбы класса точности 3, без покрытия:

Болт 12М × 60.58 ГОСТ 7795—70

с мелким шагом резьбы (исполнение 1):

Болт М12 × 1, 25 × 60 ГОСТ 7795—70;

с крупным шагом резьбы (исполнение 2):

Болт 2 М12 × 60 ГОСТ 7795—70;

с мелким шагом резьбы (исполнение 2):

Болт 2 М12×1, 25×60.58 ГОСТ 7795—70;

Пример условного обозначения болта диаметром $d = 12$ *мм*, длиной $l = 60$ *мм*, класса прочности 10,9 из стали 40*X*, исполнения 2 с мелким шагом резьбы класса точности 2*a*, с покрытием 01, толщиной покрытия 9:

Болт 2М12 × 1, 25.2*a* × 60.109.40х.019 ГОСТ 7795—70.

Примечания: 1. В условных обозначениях болтов не указывается исполнение I.

2. Шифр 01 обозначает покрытие группы 1, установленные в технических требованиях по ГОСТ 1759—70.

3. Класс точности 3 резьбы в обозначении не указывают.

4. Резьбы для болтов должны выполняться с крупным шагом класса точности 2 или 3 и с мелким — класса точности 2а или 3 (по ГОСТ 9150—59 и 9253—59).

При выборе для болтов шага резьбы следует предпочитать крупный шаг и класс точности резьбы 3. Вариант исполнения головки болта устанавливает предприятие-изготовитель.

Порядок вычерчивания болта по размерам ГОСТа подан на рис. 284 (для примера взят болт диаметром М24 по ГОСТ 7798—70).

1. Проводят во фронтальной и профильной проекциях оси и строят на плоскости *W* вспомогательную окружность диаметра *D*. Вписывают в эту окружность правильный шестиугольник и получают профильную проекцию граней головки болта. (Можно провести окружность диаметра *S* и описать шестиугольник вокруг этой окружности).

2. Подсчитывают величину D_1 по формуле $D_1 \approx 0,95$. $S = 0,95 \times 36 = 34,2$ *мм* и проводят на плоскости *W* окружность диаметра D_1. Эта окружность в пересечении с вертикальной центровой осью дает (на плоскости *W*) точки 1_W. Проводят на фронтальной плоскости проекций вспомогательную прямую *a*, и, спроецировав на нее точки *1*, получают фронтальную проекцию ($1_V 1_V$) торцевой части поверхности головки болта.

3. Проецируют на фронтальную плоскость проекций ребра головки болта.

4. Через точки 1_V проводят на плоскости *V* под углом 30° прямые (конусная фаска), которые в пересечении с фронтальными проекциями крайних ребер головки болта дают точки 2_V.

5. Соединяют между собой точки 2_V вспомогательной прямой и на пересечении ее с проекциями средних ребер головки болта отмечают точки 3_V. Точки 3_V и 2_V являются точками взаимного пересечения гипербол, образующихся, в свою очередь, при пересечении конусной фаски с гранями головки болта.

6. Для нахождения вершин гипербол на профильной проекции проводят окружность радиуса *R*, касательную к граням, и находят профильные проекции M_W и N_W вершин гипербол.

Для нахождения фронтальных проекций вершин гипербол (точек M_V) отмечают на профильной плоскости проекций точку 4_W пересечения окружности радиуса *R* с продолжением вертикальной центровой линии $1_W 1_W$. Из точек 4_W проводят горизонтальную линию связи до пересечения на плоскости *V* с нижней образующей конуса головки болта.

7. Вычерчивание лекальных кривых — гипербол условно заменяют упрощенным вычерчиванием дуг окружностей. Для нахождения центров радиусов дуг используют три точки: вершину гиперболы (точки M_V или N_V) и две точки пересечения гипербол (точки 3_V и 3_V для средней грани и точки 2_V и 3_V для крайних граней). На рис. 285 показано нахождение центра *O* для радиуса дуги средней грани. Аналогично находят центры дуг для крайних граней.

8. От прямой *a* (рис. 284) вдоль горизонтальной оси вправо откладывают отрезок, равный высоте головки болта (по ГОСТ $H_1 = 15$ *мм*). От конца этого отрезка в том же направлении откладывают длину болта $l = 110$ *мм* и через полученную точку проводят прямую *e*, параллельную прямой *a*. На этой прямой откладывают диаметр болта по ГОСТ $d = 24$ *мм* и строят очерк стержня болта и его фаски.

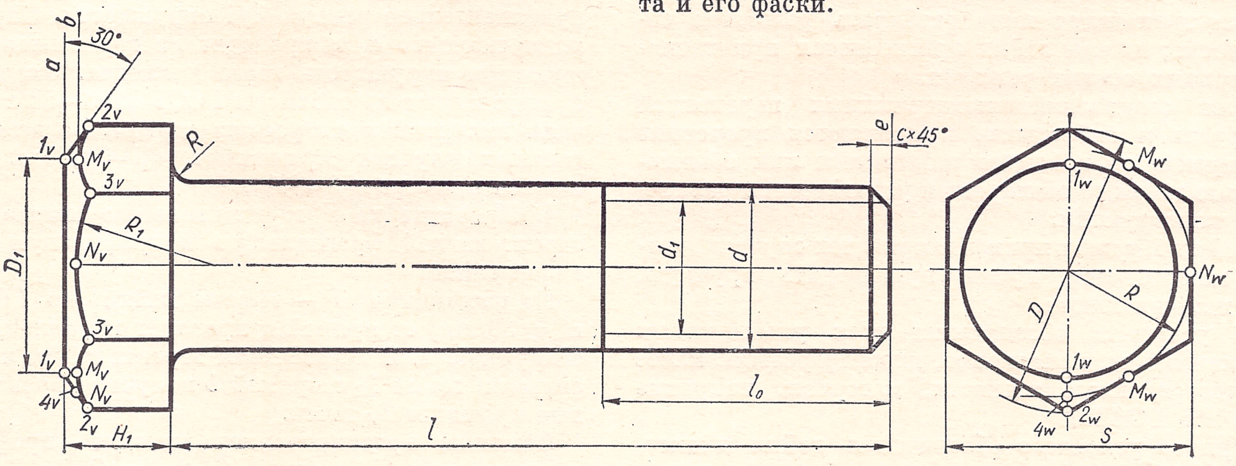


Рис. 284.

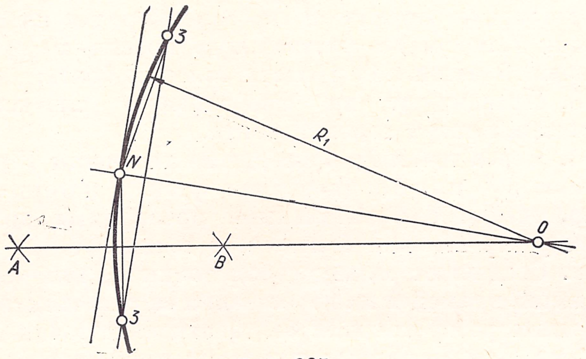


Рис. 285.

9. От прямой e влево откладывают величину $l_0 = 54$ *мм* и проводят линию границы резьбы.

10. Расстояние от контурной линии стержня болта до тонкой линии определяет высоту профиля резьбы. Эта высота является функцией шага резьбы и может быть определена по формуле $\frac{d-d_1}{2}$ (для болта М24 согласно таблице ГОСТа $d_1 = 20{,}752$).

11. Скругляют переход от стержня к головке болта радиусом $r = 1{,}5$ *мм*.

На оборочных чертежах болты определяются тремя размерами: наружным диаметром d, длиной стержня l и длиной нарезанной части стержня l_0.

Гайки. Гайкой называется резьбовое изделие, имеющее нарезанное отверстие для навинчивания на болт или шпильку и являющееся замыкающей деталью в силовой цепи: болт — скрепляемые детали — гайка.

Стандартные гайки бывают шестигранные, круглые и гайки-барашки. По своей конструкции шестигранные гайки делятся на обыкновенные, прорезные и корончатые; нормальные, низкие, высокие и особо высокие; с одной и двумя фасками.

Выбор типа гайки зависит от назначения и условий работы. Наибольшее распространение получили в машиностроении обыкновенные шестигранные гайки. Высокие и особо высокие гайки применяются при больших осевых усилиях, а также в тех случаях, когда в процессе эксплуатации приходится часто разбирать резьбовое соединение; низкие гайки применяются при незначительных осевых усилиях.

Для соединений, подверженных переменной нагрузке и вибрациям, применяются прорезные и корончатые гайки со шплинтами или обыкновенные гайки со стопорными устройствами различной конструкции.

Гайки-барашки применяются в тех случаях, когда завертывание нужно производить вручную, без помощи ключа.

В условном обозначении гаек указываются: наименование, исполнение, диаметр резьбы, класс прочности, класс точности, материал, покрытие и номер ГОСТа.

Пример условного обозначения гайки диаметром $d = 12$ *мм*, класса прочности 5, исполнения 1, с крупным шагом резьбы класса точности 3, без покрытия:

Гайка М12.5 ГОСТ 5915—70, материала подгруппы 01, с покрытием по группе 1.

Пример условного обозначения гайки диаметром резьбы $d = 12$ *мм*, класса прочности 12 из стали 40Х, исполнения 2, с мелким шагом резьбы класса точности 2а, с покрытием 01:

Гайка 2М12 × 1,25. 2а. 12. 40Х. 01 ГОСТ 5915—70.

Примечания: 1. В условных обозначениях гаек не указывается исполнение I.

2. Шифр 011 обозначает материал подгруппы 01 и покрытие группы 1, установленные в технических требованиях по ГОСТ 1759—62.

3. Класс точности 3 резьбы в обозначении не указывают.

4. Резьба гаек должна выполняться: с крупным шагом — допуски по классам точности 2 или 3, с мелким — 2а или 3 (по ГОСТ 9150—59 и 9253—59).

При выборе для гайки шага резьбы крупный шаг следует предпочитать мелкому и класс точности резьбы 3 классам точности 2 и 2а.

Гайки вычерчивают по размерам ГОСТов в случаях составления рабочих чертежей для изготовления гаек, а также в учебной практике. На рис. 286 показано построение гайки с двумя фасками.

Порядок вычерчивания гайки с двумя фасками следующий (для примера взята гайка М48, ГОСТ 5927—70).

1. Проводят центровые оси, строят на горизонтальной проекции радиусом $\frac{D}{2}$ окружность (по ГОСТ 5927—70, при $d =$ М48, $D = 84{,}3$) и вписывают в эту окружность шестиугольник (по табл. ГОСТа $S = 75$ *мм*).

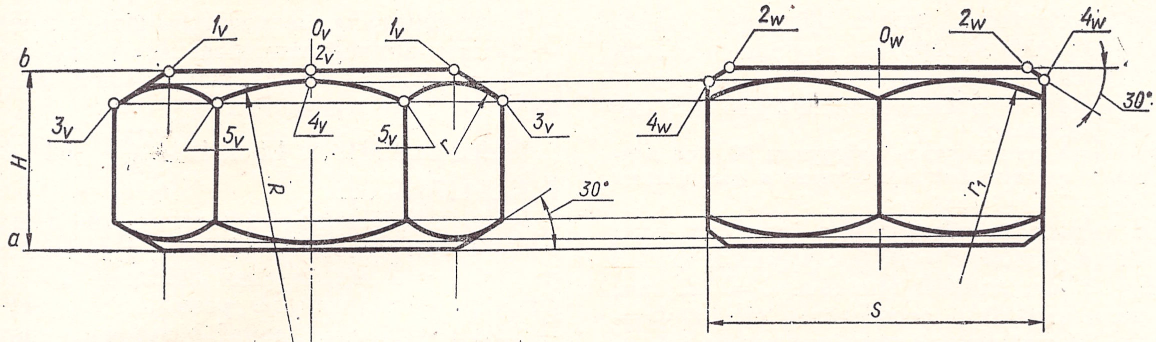
2. Подсчитывают $D_1 = 0{,}95$. $S = 0{,}95 \cdot 75 = 71{,}25$ *мм* и проводят на плоскости H окружность этого диаметра. Эта окружность, пересекая горизонтальную центровую ось симметрии гайки, определяет горизонтальные проекции 1_H точек 1.

3. Радиусом $\frac{d}{2} = 24$ *мм* проводят на горизонтальной проекции сплошной тонкой линией дугу, приблизительно равную 3/4 окружности. Определяют значение d_1 и проводят на горизонтальной проекции окружность этого диаметра. Значения d_1 определяют по таблицам ГОСТ 9150—59 в случаях вычерчивания профиля резьбы. Во всех остальных случаях принимают $d_1 = 0{,}85\ d$. Для нашего примера $d_1 = 41$ *мм*.

4. Проводят на V горизонтальную линию a и строят на ней фронтальную и профильную проекции гайки.

На расстоянии H — высоты гайки (по ГОСТу $H = 38$ *мм*) от прямой a проводят параллельную ей прямую b. В пересечении вертикальных линий связи из точки 1_H с прямой b получают фронтальные проекции 1_V точек.

Обычным проецированием находят профильные проекции 2_W точек 2 ($O_W 2_W = O_H 2_H$).



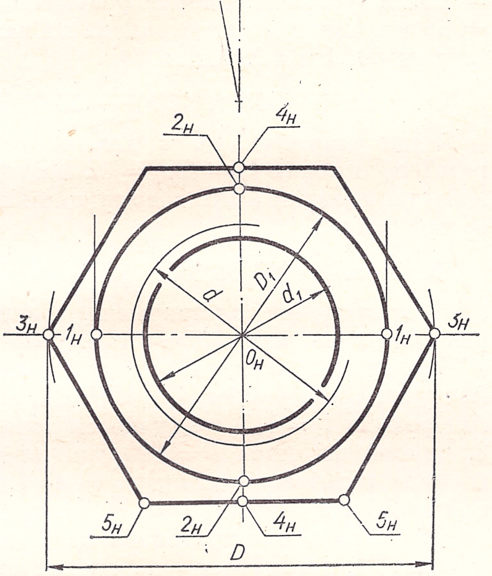


Рис. 286.

Шпильки. Шпилькой называется резьбовое изделие, служащее соединительной деталью для разъемного соединения и представляющее собой цилиндрический стержень, на одном конце которого имеется резьба для ввинчивания шпильки в одну из соединяемых деталей, а на другом — резьба для навинчивания гайки. Шпильки изготовляют с метрической резьбой как с крупным, так и мелким шагами.

Шпильки с дюймовой резьбой могут изготовляться лишь в качестве запасных деталей и не должны применяться при проектировании новых изделий. По внешнему виду шпильки (рис. 288) разделяются на два типа:

А — с одинаковыми номинальными диаметрами резьбы и гладкой части;

Б — с номинальными диаметрами резьбы, большими номинального диаметра гладкой части.

По ГОСТ 11765—66 ÷ 11770—66 — изготовляются:

1) шпильки для деталей с резьбовыми отверстиями с диаметром резьбы от 2 до 48 *мм* нормальной и повышенной точности; 2) шпильки для деталей с резьбовыми отверстиями с диаметром резьбы от 52 до 160 *мм* нормальной и повышенной точности; 3) шпильки для деталей с резьбовыми отверстиями с диаметром резьбы от 52 до 160 *мм* повышенной точности; 4) шпильки для деталей с гладкими отверстиями с диаметром резьбы от 2 до 48 *мм* нормальной и повышенной точности.

В зависимости от области применения длина ввинчиваемого резьбового конца равна: $l_1 = d$ — для резьбовых отверстий в стальных, бронзовых и латунных деталях; $l_1 = 1{,}25d$ — для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна; $l_1 = 2d$ — для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов.

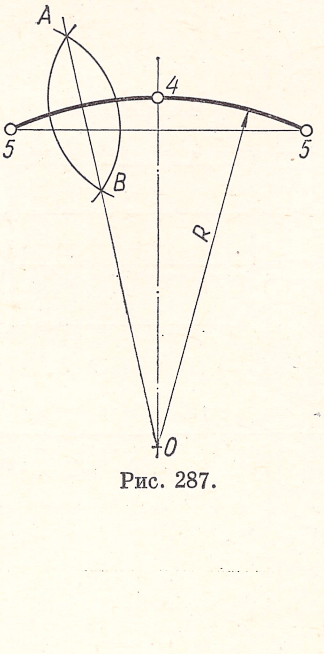


Рис. 287.

В условном обозначении шпилек указываются: наименование и тип шпильки, диаметр резьбы, длина, в скобках числитель — длина ввинчиваемого резьбового конца, знаменатель —

5. Через 1_V и 2_W при помощи треугольника с углом 30° проводят фронтальные 1_V3_V и профильные 2_W4_W проекции контурных линий конических фасок. Горизонтальная линия 4_W4_W, проведенная также и на главном виде, определяет положение вершин гипербол, по которым конусная фаска пересекается с проекциями граней гайки. Вторая горизонтальная линия, проведенная через 3_V (т. е. через точки, в которых фронтальная проекция конусной фаски пересекается с проекциями крайних ребер), определяет линию, на которой заканчиваются все проекции гипербол верхней части на главном и боковом видах. Нижнюю часть гайки строят аналогично.

6. Вычерчивание проекций лекальных кривых гипербол условно заменяют упрощенным вычерчиванием дуг окружностей.

Для нахождения центров для радиусов дуг окружностей используют три точки: вершину гиперболы и две точки концов гиперболы. На рис. 287 показано нахождение центра *O* для радиуса дуги средней грани.

Из точек *4* и *5* дугами произвольного радиуса делают засечки. Через точки *A* и *B* — пересечения проведенных дуг — проводят прямую, которая, пересекаясь с осью симметрии, определяет центр *O*. Аналогично находят центры для радиусов r и r_1 (рис. 286).

При вычерчивании гайки по условным соотношениям принимают: $H = 0{,}8d$; $D = 2d$; $S = 1{,}73d$; $D_1 = S$; $d_1 = 0{,}85d$; $R = 1{,}5d$; $r_1 = d$; r — получается построением.

длина резьбового конца, класс прочности, класс точности, подгруппа материала, группа покрытия и номер ГОСТа.

Примечания: 1. Класс точности 3 резьбы в обозначении не указывают.

2. Для шпилек из материала подгруппы 00, без покрытия (группа 0), материал и покрытие в обозначении не указывают.

Пример условного обозначения шпильки типа А, с диаметром резьбы d = М16, с крупным шагом резьбы $t = 2$ *мм*, длиной шпильки $l = 120$ *мм*, длиной ввинчиваемого резьбового конца $l_1 = 1{,}25\ d = 20$ *мм*, длиной резьбового конца $l_0 = 38$; класса прочности 5.6; шпилька изготовлена из материала подгруппы 01, с покрытием по группе 1 по ГОСТ 11765—66:

Шпилька А М16×120$\left(\frac{20}{38}\right)$56.011 ГОСТ 11765—66.

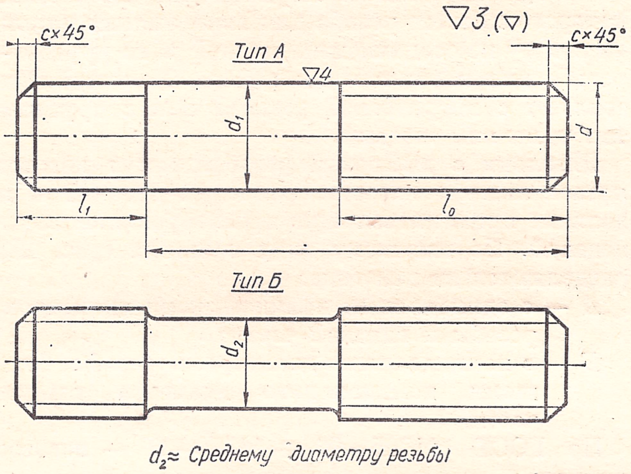


Рис. 288.

Та же шпилька, но с мелким шагом резьбы $t = 1{,}5$ *мм*, длиной ввинчиваемого резьбового конца $l_1 = 2d = 32$ *мм*, из жаропрочной стали марки 4 × 9С2 обозначается:

Шпилька А М16 × 1,5 × 120$\left(\frac{32}{38}\right)$. 56. 4 × 9С2 ГОСТ 11765—66.

Пример условного обозначения шпильки типа Б, с диаметром резьбы d = М16 *мм*, с крупным шагом резьбы $t = 2$ *мм*, длиной шпильки $l = 120$ *мм*, длиной ввинчиваемого резьбового конца $l_1 = 1{,}25\ d = 20$ *мм*, длиной резьбового конца $l_0 = 38$ *мм*; шпилька изготовлена из материала подгруппы 00, без покрытия (0):

Шпилька Б М16 × 120 $\left(\frac{20}{38}\right)$56 ГОСТ 11765—66.

Та же шпилька, но с длиной ввинчиваемого резьбового конца $l_1 = 2\ d = 32$ *мм*, из легированной стали марки 40Х, с покрытием по группе 4 обозначается:

Шпилька Б М16 × 120$\left(\frac{32}{38}\right)$56 40Х ГОСТ 11765—66. В этом случае вид покрытия, толщину его слоя указывают на рабочем чертеже узла изделия.

Пример условного обозначения шпильки типа А, с диаметром резьбы d = М16 *мм*, с мелким шагом резьбы $t = 1{,}5$ *мм*, классом точности резьбы 2, длиной шпильки $l = 120$ *мм*, длиной ввинчиваемого резьбового конца $l_1 = d = 16$ *мм*, длиной резьбового конца $l_0 = 38$ *мм* класса прочности 5.6. Шпилька изготовлена из материала подгруппы 02, с покрытием по группе 5:

Шпилька А М16 × 1,5 кл. 2 × 120 $\left(\frac{16}{38}\right)$ 56.025 ГОСТ 11765—66.

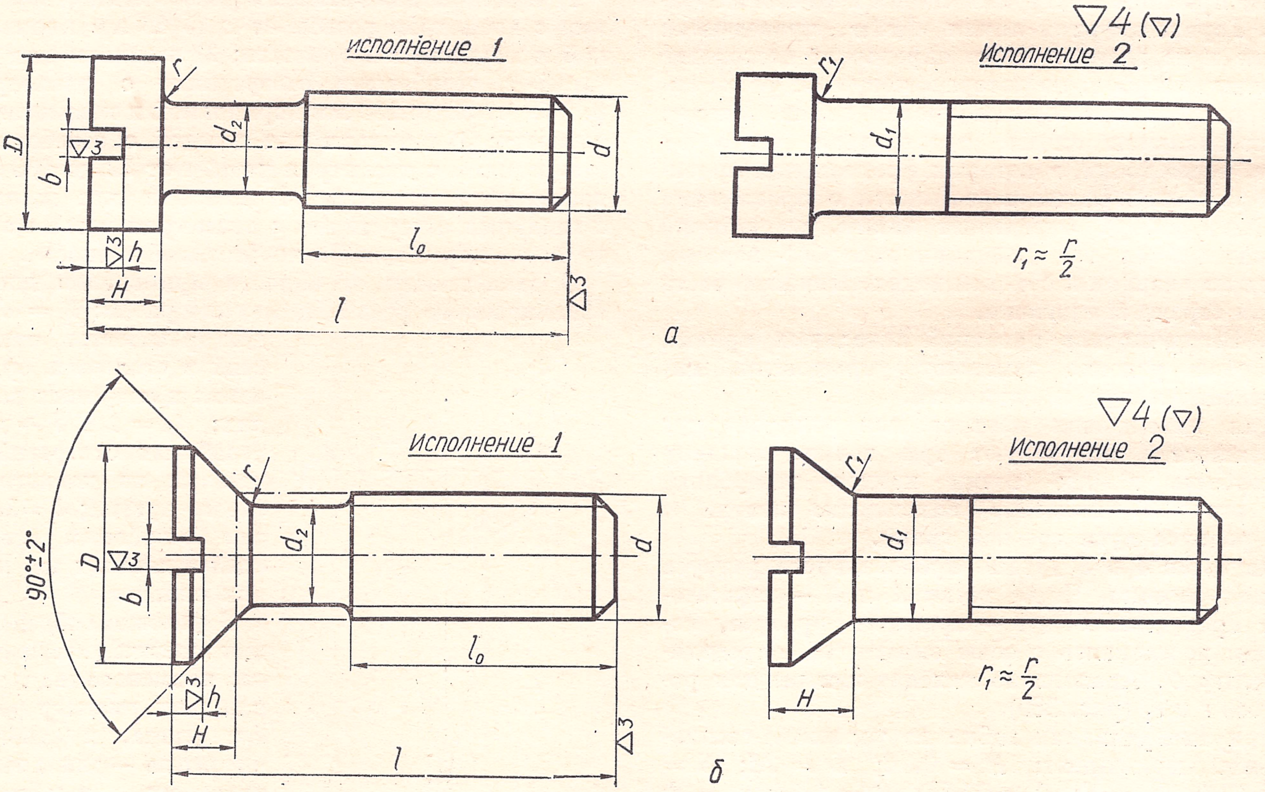


Рис. 289.

В и н т ы. Винтом называется резьбовое изделие, представляющее собой стержень с головкой различной формы и резьбой для ввинчивания в одну из соединяемых деталей.

В зависимости от назначения применяют винты для соединения деталей разъемного соединения (соединительный крепежный винт, рис. 289) или для взаимного фиксирования деталей (установочный винт, рис. 290).

В условном обозначении этих винтов указываются: наименование, исполнение, диаметр резьбы, длина, класс прочности, класс точности, номер подгруппы материала, покрытие и номер ГОСТа.

Примеры условных обозначений винта диаметром 12 *мм*, длиной 50 *мм*, с классами прочности 5.6, с классами точности 2 и 2а резьбы, из материала подгруппы 01, с покрытием по группе 1:

с крупным шагом резьбы (исполнение 1):

Винт М12 × 50. 56 кл. 2—011 ГОСТ 1490—62;

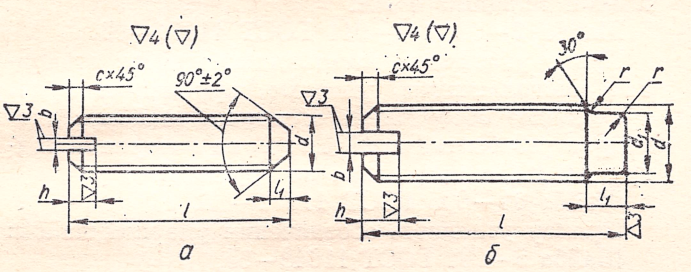


Рис. 290.

с мелким шагом резьбы (исполнение 1):

Винт М12 × 1,25 × 50. 56 кл. 2а—011 ГОСТ 1490—62;

с крупным шагом резьбы (исполнение 2):

Винт 2 М12×50. 56 кл. 2—011 ГОСТ 1490—62;

с мелким шагом резьбы (исполнение 2):

Винт 2 М12 × 1, 25 × 50. 56 кл. 2а—011 ГОСТ 1490—62.

Установочные винты изготовляются по утвержденным стандартам с резьбой, соответствующей ГОСТ 8724—58.

Форма концов установочных винтов бывает коническая, цилиндрическая, ступенчатая и плоская; применяют также установочные винты с закругленными концами.

П р и м е ч а н и я: 1. В условных обозначениях крепежных винтов не указывается исполнение 1.

2. Шифр 011 обозначает материал подгруппы 01 и покрытие группы 1, установленные в технических требованиях по ГОСТ 1759—70.

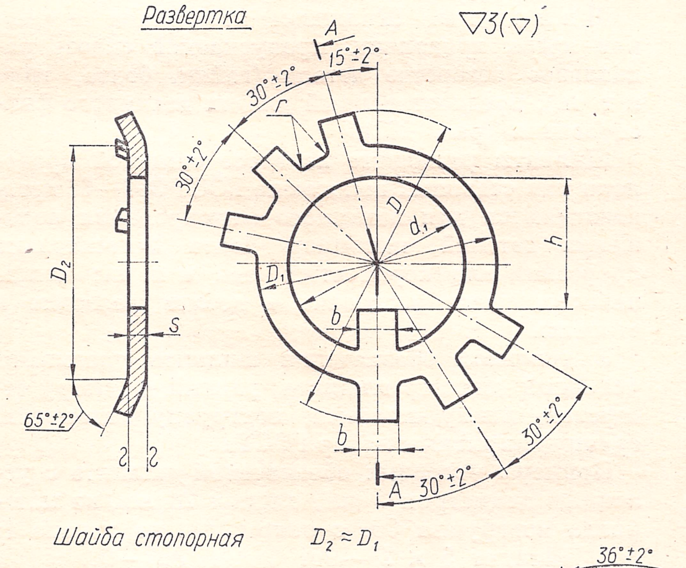
3. Для винтов из материала подгруппы 00, без покрытия (группа 0), материал и покрытие в обозначении не указываются.

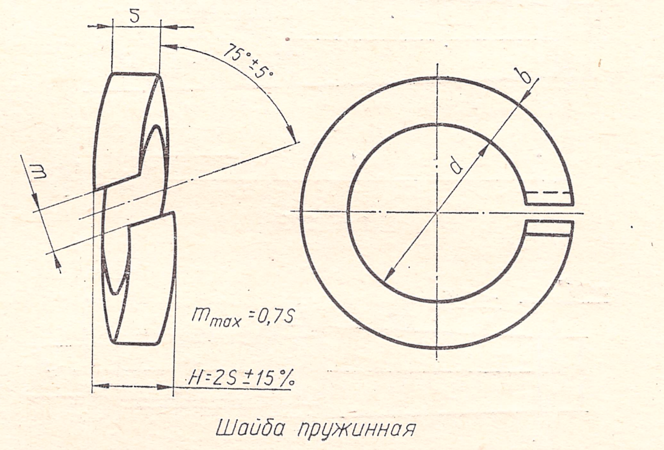
4. Класс точности резьбы 3 в обозначении не указывается.

Резьба для винтов должна выполняться с крупным шагом класса точности 2 или 3 и с мелким — класса точности 2а или 3.

При выборе для крепежных винтов шага резьбы крупный шаг следует предпочитать мелкому и класс точности резьбы 3 — классам точности 2 и 2а.

Винты для дерева с головкой, выполненной под гаечный ключ, называются глухарями, а с головкой, имеющей шлиц под отвертку — шурупами.





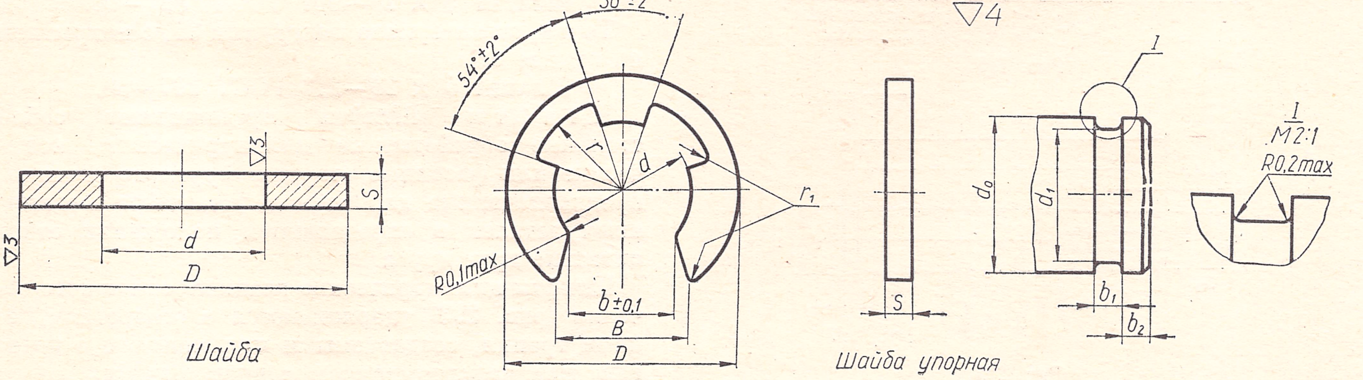


Рис. 291.

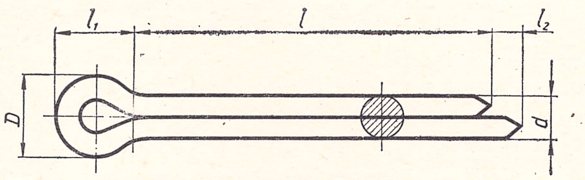


Рис. 292.

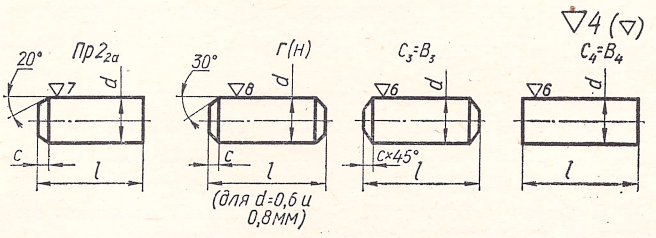


Рис. 293.

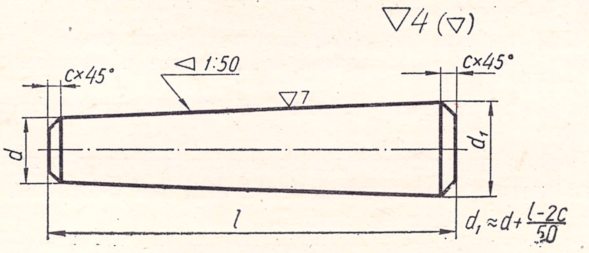


Рис. 294.

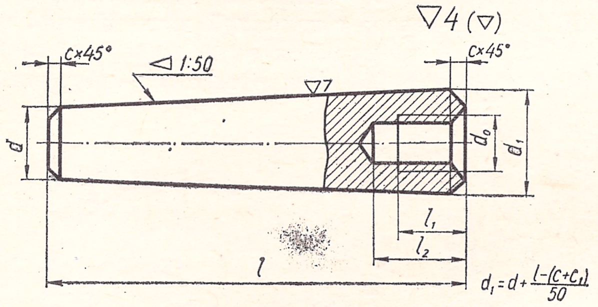


Рис. 295.

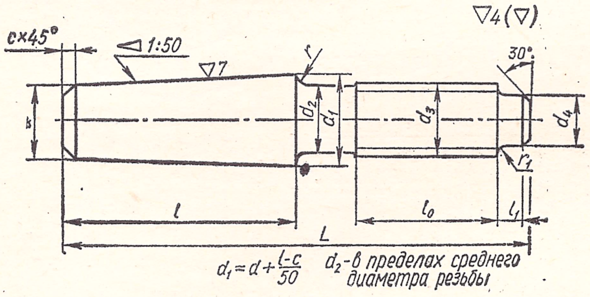


Рис. 296.

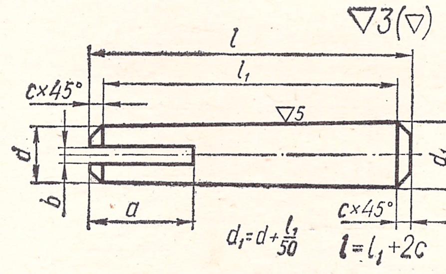


Рис. 297.

Шайбы. Шайбой называется деталь, закладываемая под гайку или головку болта (винта) и предназначенная для передачи и распределения усилий на соединяемые детали, а также для их стопорения (рис. 291).

Шайбы изготовляют из стали следующих марок: Ст.0, Ст.1, Ст.2, Ст.3, Ст.4; 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40; А12.

Шайбы изготовляются по размерам диаметра стержня крепежной детали. По ГОСТ 11371—68 диаметры отверстий шайб изготовляют от 1,2 до 50 *мм* при соответствующих диаметрах стержня крепежной детали от 1 *мм* до 48 *мм*.

Пример условного обозначения шайб из материала подгруппы 00, с покрытием по группе 5 ГОСТ 1759—70, установленной толщины:

Шайба 12—005 ГОСТ 11371—68.

Тоже исполнения 2, из материала подгруппы 01, с покрытием по группе 1 ГОСТ 1759—70, допускаемой толщины 4 *мм*.

Шайба 2—12 × 4—011 ГОСТ 11371—68.

Кроме указанных изготовляют шайбы: стопорные многолапчатые, упорные, пружинные и др.

Условное обозначение стопорной шайбы с диаметром резьбы гайки М64 × 2, из материала подгруппы 00, с покрытием по группе 5:

Шайба 64—005 ГОСТ 11872—66.

Пример условного обозначения упорной шайбы:

Шайба 5—081 ГОСТ 11648—65,

где внутренний диаметр шайбы $d = 5$ *мм*, из материала подгруппы 08 с покрытием по группе 1.

Шплинты. Шплинтом называется пруток или кусок проволоки, пропускаемой сквозь радиальное отверстие детали (гайки, болта, вала и т. п.), предназначенный для их взаимного фиксирования (рис. 292).

Шплинты разводные из вдвое согнутой проволоки или стальных полосок по ГОСТ 397—66 предназначаются для взаимного фиксирования положения деталей, например, болта относительно прорезных или корончатых гаек и т. п.; концы шплинта после установки в детали разводят в стороны.

В условном обозначении шплинта указывают условный диаметр шплинта, равный диаметру отверстия, длину шплинта, подгруппу материала, группу покрытия и номер ГОСТа.

Примеры условных обозначений шплинта с условным диаметром 5 *мм*, длиной 28 *мм*, из материала подгруппы 00, с покрытием по группе 1:

Шплинт 5 × 28—001 ГОСТ 397—66.

То же, из материала подгруппы 21, с покрытием по группе 6:

Шплинт 5 × 28—216 ГОСТ 397—66.

Штифты. Штифты представляют собой стальные обработанные цилиндрические, конические или фасонные стержни круглого сечения, предназначенные для точной установки соединяемых деталей в определенном положении относительно друг друга.

Штифты цилиндрические гладкие сплошного сечения (рис. 293) удерживаются в отверстиях силами трения, создаваемыми при монтаже с натягом, или расклепыванием концов штифта.

Концам штифтов придают различную форму в зависимости от вида посадки. Штифты, не имеющие на концах фаски (с предельными отклонениями диаметра d по B_4), преимущественно расклепываются.

Обозначения цилиндрического штифта с размерами $d = 10Г$, $l = 60$ *мм*:

Штифт 10Г × 60 ГОСТ 3128—70; Штифт цилиндрический $d = 10C_3(B_3)$, $l = 60$ *мм* ГОСТ 3128—60; Штифт цилиндрический $10C_3 \times 60$ ГОСТ 3128—70;

Рекомендуемый материал для изготовления штифтов — сталь 45, сталь А12.

Обозначение конического штифта по ГОСТу 3129—70 (рис. 294) с размерами $d = 10$ *мм* и $l = 60$ *мм*.

Штифт 10 × 60 ГОСТ 3129—70.

Обозначение конического штифта (рис. 295) диаметром $d = 10$ *мм* и длиной $l = 60$ *мм* с внутренней резьбой.

Штифт 10 × 60 ГОСТ 9464—70.

Обозначение конического штифта диаметром $d = 10$ *мм*, длиной конической части $l = 40$ *мм* и общей длиной $L = 80$ *мм* с резьбовой цапфой (рис. 296).

Штифт 10 × 40 × 80 ГОСТ 9465—70.

Штифты конические рекомендуется изготовлять из того же материала, что и цилиндрические штифты.

Конические штифты выполняют с уклоном образующей, равным 1 : 100, т. е. с конусностью 1 : 50.

Штифты конические разводные по ОСТ 2074 имеют ту же конусность.

Пример обозначения штифта конического разводного (рис. 297) с размерами $d = 10$ *мм* и $l = 100$ *мм*:

Штифт конич. разв. 10 × 100 ОСТ 2074. Общая длина конического разводного штифта $l = l_1 + 2c$.

С о е д и н и т е л ь н ы е ч а с т и с р е з ь б о й д л я т р у б о п р о в о д о в. Для взаимного соединения труб, а также при необходимости изменить направление или диаметр труб, применяются соединительные фасонные части (фитинги). К ним относятся угольники, тройники, муфты, крестовины, ниппели и др.

Условным проходом $D_у$ соединительных частей арматуры и трубопроводов называется номинальный внутренний диаметр трубопровода (рис. 298.)

Разъемные соединения водо- и газопроводных труб можно выполнять из соединительных резьбовых частей, если давление в трубопроводе не превышает 25 *кгс/см²* (при больших давлениях применяют фланцевые соединения).

Трубы можно изготовлять печной сваркой в стык или электросваркой из хорошо сваривающейся стали.

Примеры условных обозначений обыкновенных труб обычной точности изготовления с условным проходом 20 *мм*:

трубы черной, немерной длины, без резьбы и без муфт:

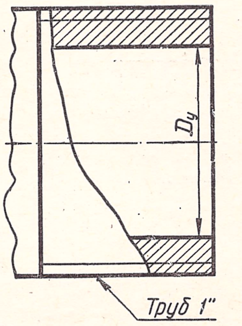


Рис. 298.

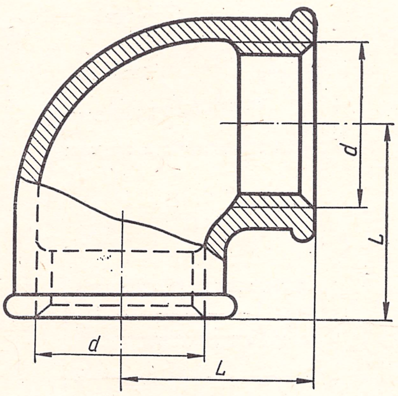


Рис. 299.

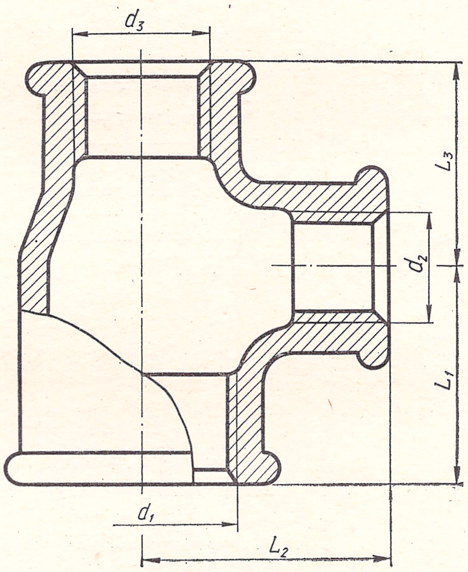


Рис. 300.

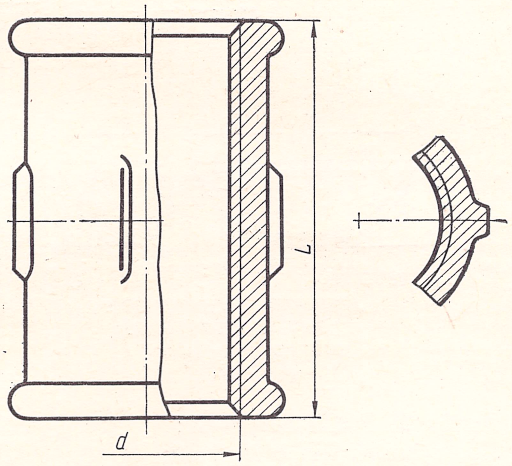


Рис. 301

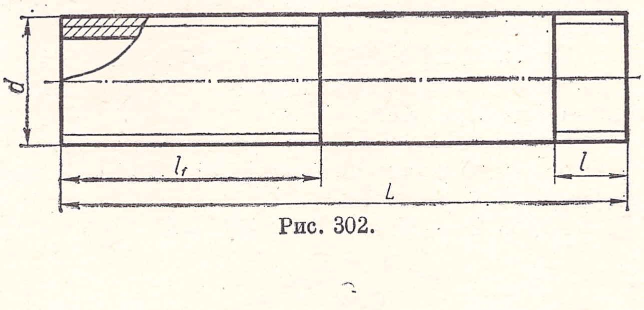


Рис. 302.

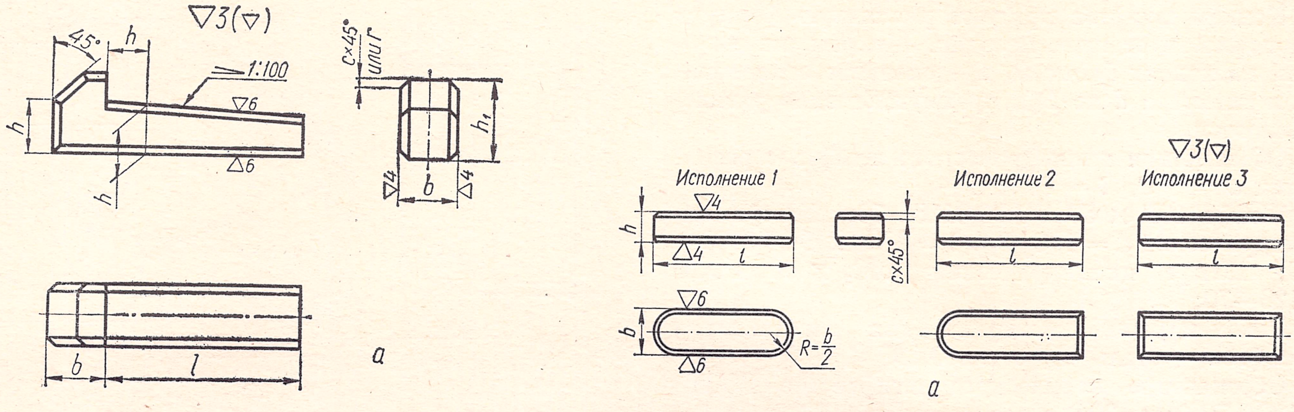


Рис. 303.

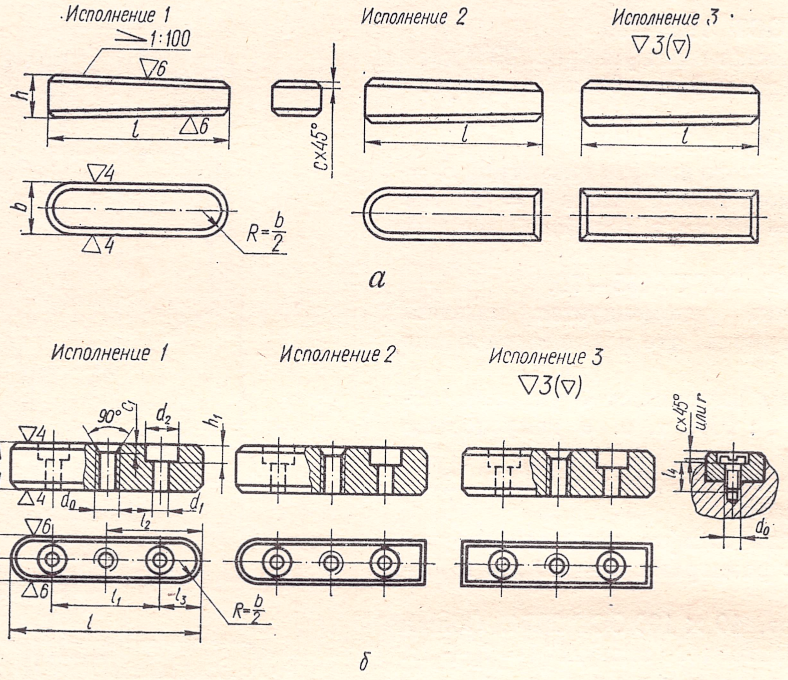
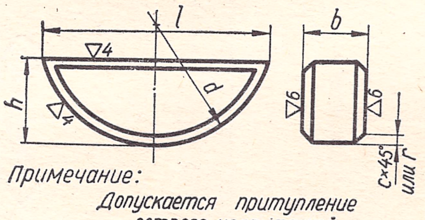


Рис. 304.



Примечание:
Допускается притупление острого угла фаской или радиусом до 0,16

Рис. 305.

Труба 20 ГОСТ 3262—62;

то же, комплектно с муфтой:

Труба М 20 ГОСТ 3262—62;

трубы черной, мерной длины 4 *м*, с цилиндрической резьбой:

Труба Ц 20 × 4000 ГОСТ 3262—62;

трубы черной, немерной длины, кратной 1,5 *м*, с конической резьбой:

Труба К20 × 1500 кр. ГОСТ 3262—62;

трубы оцинкованной, немерной длины, с цилиндрической резьбой:

Труба О — Ц 20 ГОСТ 3262—62.

Для труб усиленных в условном обозначении после слова «труба» ставят букву «*У*», для легких труб — «*Л*», а для труб легких под накатку резьбы — «*ЛН*».

Для труб повышенной точности изготовления в условном обозначении после размера условного прохода ставят букву «*П*».

Соединительные резьбовые части для труб отливают из ковкого чугуна или изготовляют стальными. Они могут быть оцинкованными и неоцинкованными. Соединительные части изготовляются с цилиндрической или с конической резьбой.

В условном обозначении соединительных частей указывается:

сокращенное наименование части, знак покрытия (0) — у оцинкованных частей, условные проходы $D_у$, начиная с наибольшего отверстия в сквозном проходе (последовательно). Если $D_у$ одинаковы на всей соединительной части, то их указывают один раз.

Примеры условных обозначений:

угольника прямого из ковкого чугуна неоцинкованного с $D_у = 40$ (рис. 299):

Угольник 40 ГОСТ 8946—59;

то же, оцинкованного:

Угольник 0-40 ГОСТ 8946—59;

тройника с двумя переходами из ковкого чугуна с $D_у = 25 \times 15 \times 20$ (рис. 300):

Тройник 25 × 15 × 20 ГОСТ 8950—59;

то же, оцинкованного:

Тройник 0-25 × 15 × 20 ГОСТ 8950—59;

муфты прямой длинной, оцинкованной с $D_у = 40$ (рис. 301):

Муфта длинная 0 = 40 ГОСТ 8955—59.

Сгона стального с цилиндрической резьбой для трубопроводов с $D_у = 40$ неоцинкованного (рис. 302):

Сгон 40 ГОСТ 8969—59.

Условные обозначения соединительных частей из ковкого чугуна с конической резьбой такие же, как и обозначения соединительных частей с цилиндрической резьбой.

Шпонки. Шпонками называются детали, устанавливаемые в соединениях типа вал — втулка (диск, шкив, зубчатое колесо и т. д.) между валом (осью) и насаженными на него деталями, и предназначенные для устранения относительного вращения, а в отдельных случаях и осевого перемещения насаженных деталей.

По своей конструкции шпонки разделяются на клиновые, призматические, сегментные и тангенциальные *.

Клиновые шпонки делятся на врезные и тангенциальные; выполняются они с головкой ГОСТ 8793—68 и без головки ГОСТ 8792—68, со скругленными или плоскими торцами (рис. 303, *а* и *б*).

Призматические шпонки разделяются на обыкновенные, направляющие (с плоскими или со скругленными торцами) и скользящие (рис. 304, *а* и *б*).

Направляющие шпонки обязательно крепятся к валу или к ступице и допускают продольное перемещение посаженных на них деталей.

Для сегментных (рис. 305) и призматических шпонок исполнение выбирается из условия равнопрочности элементов шпоночного соединения в зависимости от материала втулки.

Скользящую шпонку связывают с посаженной на вал (ось) деталью, вследствие чего деталь может перемещаться со шпонкой вдоль вала (оси).

Размеры шпонок подбираются в зависимости от диаметра вала.

Обозначение шпонок содержит их наименование, размеры поперечного сечения ($b \times h$), длину и номер ГОСТа.

Примеры условных обозначений шпонок:

Шпонка клиновая исполнения 1 с размерами $b = 18$; $h = 11$; $l = 100$ *мм*:

Шпонка 18 × 11 × 100 ГОСТ 8792—68;

Обозначение той же шпонки исполнения 2:

Шпонка 2 18 × 11 × 100 ГОСТ 8792—68;

Обозначение шпонки призматической исполнения 1 таких же размеров:

Шпонка 18 × 11 × 100 ГОСТ 8789—68;

Обозначение той же шпонки исполнения 2:

Шпонка 2 18 × 11 × 100 ГОСТ 8789—68;

* Эти шпонки в книге не приводятся.

Обозначение шпонки сегментной с размерами $b = 6$ *мм*; $h = 10$ *мм*:

Шпонка сегм. 6 × 10 ГОСТ 8795—68.

Шпонки с головкой изготавливают из стали с временным сопротивлением на разрыв не ниже 60 *кгс/см²*

Вопросы для самопроверки

1. Как обозначаются на чертежах метрические резьбы с крупным шагом и метрические резьбы с мелким шагом?
2. Как обозначаются на чертежах резьбы: трубная цилиндрическая, трапециевидная, упорная, коническая?
3. Какая разница между болтом и винтом?
4. Каковы условные соотношения в зависимости от d — диаметра и t — шага при вычерчивании болтов и гаек?
5. Каковы условные обозначения болтов, винтов, гаек, шпилек, шайб, штифтов, шплинтов и шпонок?

§ 32. БОЛТОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

В машиностроении, а также в учебной практике при выполнении сборочных чертежей вычерчивание болтов, гаек и шайб в отдельных случаях производится по относительным размерам. В этих случаях все размеры указанных деталей являются функцией от наружного диаметра болта d.

Болтовое соединение представляет собой узел (рис. 306), состоящий из болта, гайки, шайбы и скрепляемых деталей. В деталях *1* и *2*, подлежащих соединению, просверливается отверстие диаметром d_2. Величину d_2 принимают равной: $d_2 = (1{,}05 \div 1{,}1)\, d$. В отверстие вставляют болт *5*, на него надевают шайбу *3* и навинчивают гайку *4*. Диаметр болта определяется конструктивным расчетом. В учебном задании диаметр болта указывается в таблице заданий. Длина l болта (рис. 306) подсчитывается по формуле:

$$l = H_1 + H_2 + S_ш + H + a + c,$$

где $H_1 + H_2$ — толщина скрепляемых деталей *1* и *2* (в учебном задании величины H_1 и H_2 могут быть подобраны учащимися);

$S_ш$ — толщина шайбы;

H — высота гайки;

a — запас резьбы на выходе из гайки;

c — высота фаски на стержне болта.

Порядок вычерчивания следующий:

1. Строят на горизонтальной проекции (рис. 307) вспомогательную окружность радиуса $\frac{D}{2}$ (D принимают равным $2d$) и вписывают в нее правильный шестиугольник.

Вписывают окружность, касательную к сторонам шестиугольника, которая засекает на горизонтальной центровой оси фигуры точки 1_H.

2. Проводят на горизонтальной проекции окружность заданного диаметра d и дугу окружности, соответствующую внутреннему диаметру резьбы болта $d_1 = 0{,}85d$.

3. Проводят на горизонтальной проекции окружность, соответствующую наружному диаметру шайбы $D_ш = 2{,}2d$.

4. Строят главный и боковой виды фигуры, исходя из следующего: высота головки болта $H_1 = 0{,}7d$, высота гайки $H = 0{,}8d$, радиус дуг для средней грани гайки и головки болта $R = 1{,}5d$.

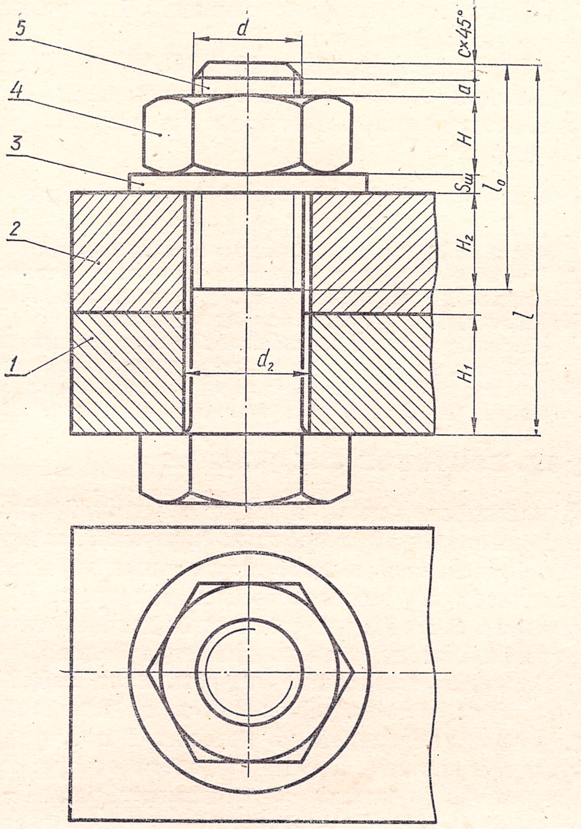


Рис. 306

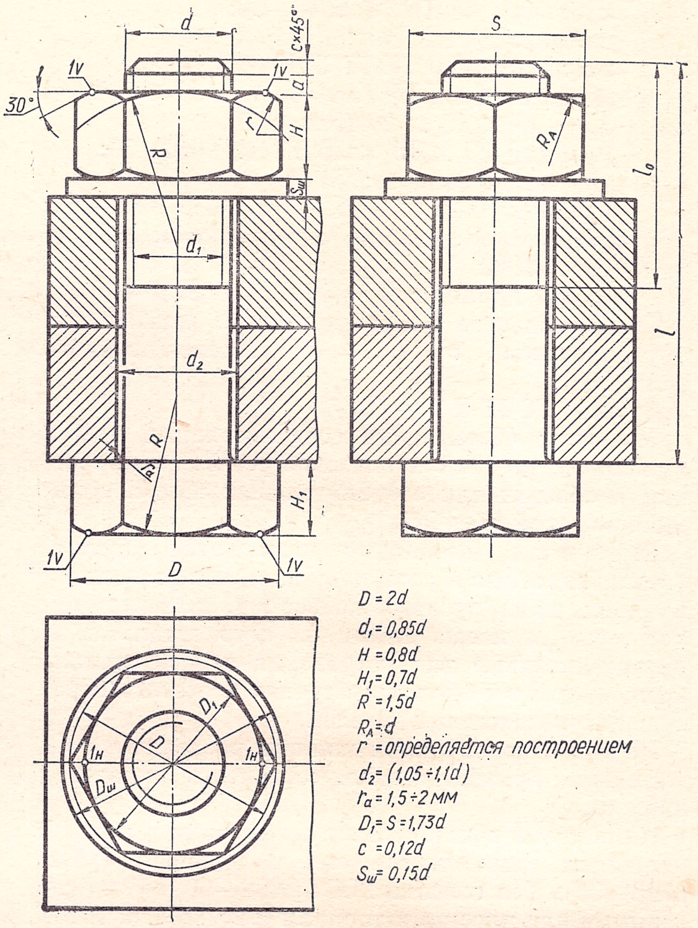


Рис. 307.

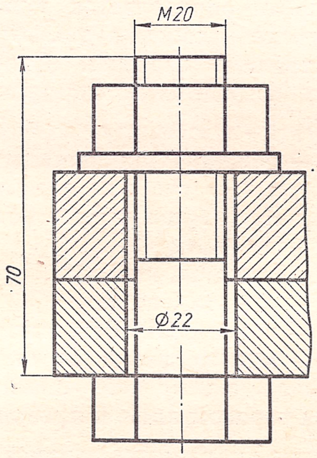


Рис. 308.

Для определения радиуса r дуг боковых граней необходимо продолжить дуги средней грани до их пересечения с крайними ребрами боковых граней и провести линию, перпендикулярную к оси болта, до пересечения ее с линией, делящей боковую грань пополам.

5. Определяют на главном виде проекции 1_V точки *1* (на гайке и головке болта) и под углом 30° через 1_V проводят фронтальные проекции контура фаски. В случаях, когда конец стержня болта имеет коническую форму, $c = 0{,}12d$.

Радиус скругления гайки и головки болта на боковом виде $R_A = d$.

Радиус r_a скругления стержня при переходе к головке болта принимают в пределах до 1,5 ÷ ÷ 3 *мм*. Толщину $S_ш$ шайбы принимают равной $0{,}15d$. Диаметр отверстия под болт $d_2 = 1{,}05 \div 1{,}1d$. Длина нарезанной части болта определяется по таблице или рассчитывается по формуле: $l_0 \approx 2d + 6$ *мм* — для болтов с длиной стержня l до 150 *мм* и $l_0 \approx 2d + 12$ *мм* — при $l > 150$ *мм*.

Величина a выступающей над гайкой нарезанной части стержня болта принимается равной от $0{,}25$ до $0{,}5d$.

На чертеже болтового соединения (рис. 308) проставляют только следующие размеры: наружный диаметр d, диаметр отверстия под болт d_2, длину болта l.

Приводим пример определения длины l болта М27 для соединяемых деталей толщиной $H_1 = 40$ *мм* и $H_2 = 28$ *мм*.

Длина болта

$$l = H_1 + H_2 + S_ш + H + a + c =$$
$$= 40 + 28 + 0{,}15\ d + 0{,}8d + 0{,}25d + 0{,}12d =$$
$$40 + 28 + 4{,}05 + 21{,}6 + 6{,}75 + 3{,}4 = 103{,}7 \text{ мм}.$$

Найденную длину болта сверяют со значениями, имеющимися в стандарте, и округляют до ближайшего стандартного размера. В нашем примере принимаем $l = 105$ *мм*.

В ГОСТе имеются длины l размером от 20 до 120 *мм*, заканчивающиеся на 0 и 5, а от 120 *мм* и выше — на 0.

На рис. 307 болтовое соединение выполнено в

трех видах (проекциях): на главном виде выполнен фронтальный разрез, на виде слева — разрез профильной плоскостью и вид сверху выполнен без разреза. Болт, гайку и шайбу условно изображают в разрезе нерассеченными.

На сборочных чертежах и чертежах общих видов шестигранные гайки и головки болтов рекомендуется изображать без фасок на головке болта, на гайке и на конце стержня болта (рис. 308). Допускается на общих видах не указывать зазор между стержнем и отверстием, если для этого нет особых причин.

П р и м е ч а н и е. В заданиях на болтовое соединение гайки и головки выполняются с фасками с учебной целью.

Вопросы для самопроверки

1. Из каких деталей состоит болтовое соединение?
2. Как подсчитать длину болта для соединения деталей?
3. Какие размеры указываются на чертеже болтового соединения?
4. Назовите условные соотношения, по которым вычерчивается болт на сборочном чертеже.
5. Назовите условные соотношения, по которым вычерчивается гайка на сборочном чертеже.
6. Назовите условные соотношения, по которым вычерчивается шайба на сборочном чертеже.

§ 33. СОЕДИНЕНИЯ ШПИЛЬКОЙ

Шпилечные соединения применяются в тех случаях, когда в конструкции нет места для размещения головок болтов либо когда одна из соединяемых деталей имеет значительную толщину и нецелесообразно сверлить глубокие отверстия для установки болтов большой длины. Кроме экономии в габаритах, шпилечные соединения облегчают вес конструкции.

Шпилечное соединение — это узел, состоящий из шпильки, гайки, шайбы и скрепляемых деталей (рис. 309 и 312). В одной из соединяемых деталей *1* сверлят глухое отверстие-гнездо (рис. 309, *а*), в котором нарезают резьбу (рис. 309, *б*). Во второй скрепляемой детали *2* выполняется сквозное отверстие диаметром, несколько большим диаметра шпильки (рис. 309, *в*). Шпилька одним резьбовым концом завинчивается в резьбовое отверстие, а на верхний ее резьбовой конец свободно надевается скрепляемая деталь *2* (рис. 309, *г*). На выступающий конец шпильки надевается шайба *3* и навинчивается гайка *4* (рис. 309, *д*).

Шпилечное соединение и отдельные его элементы могут быть вычерчены по размерам, взятым из соответствующих стандартов, либо по условным соотношениям. На сборочных чертежах рекомендуется вычерчивать шпилечное соединение по условным соотношениям, т. е. в зависимости от диаметра резьбы шпильки d и от шага резьбы t.

На рис. 310 изображены шпильки типа А — с одинаковыми номинальными диаметрами резьбы и гладкой части и типа Б — с номинальными диаметрами резьбы, большими номинального диаметра гладкой части, и приведены условные соотношения, по которым они вычерчиваются.

Длина резьбового конца шпильки под гайку: $l_0 = 1{,}7d$ — для обыкновенной гайки и $l_0 = 2d$ — для корончатой гайки.

Внутренний диаметр резьбы $d_3 \approx 0{,}85d$.

Длина ввинчиваемого резьбового конца шпиль-

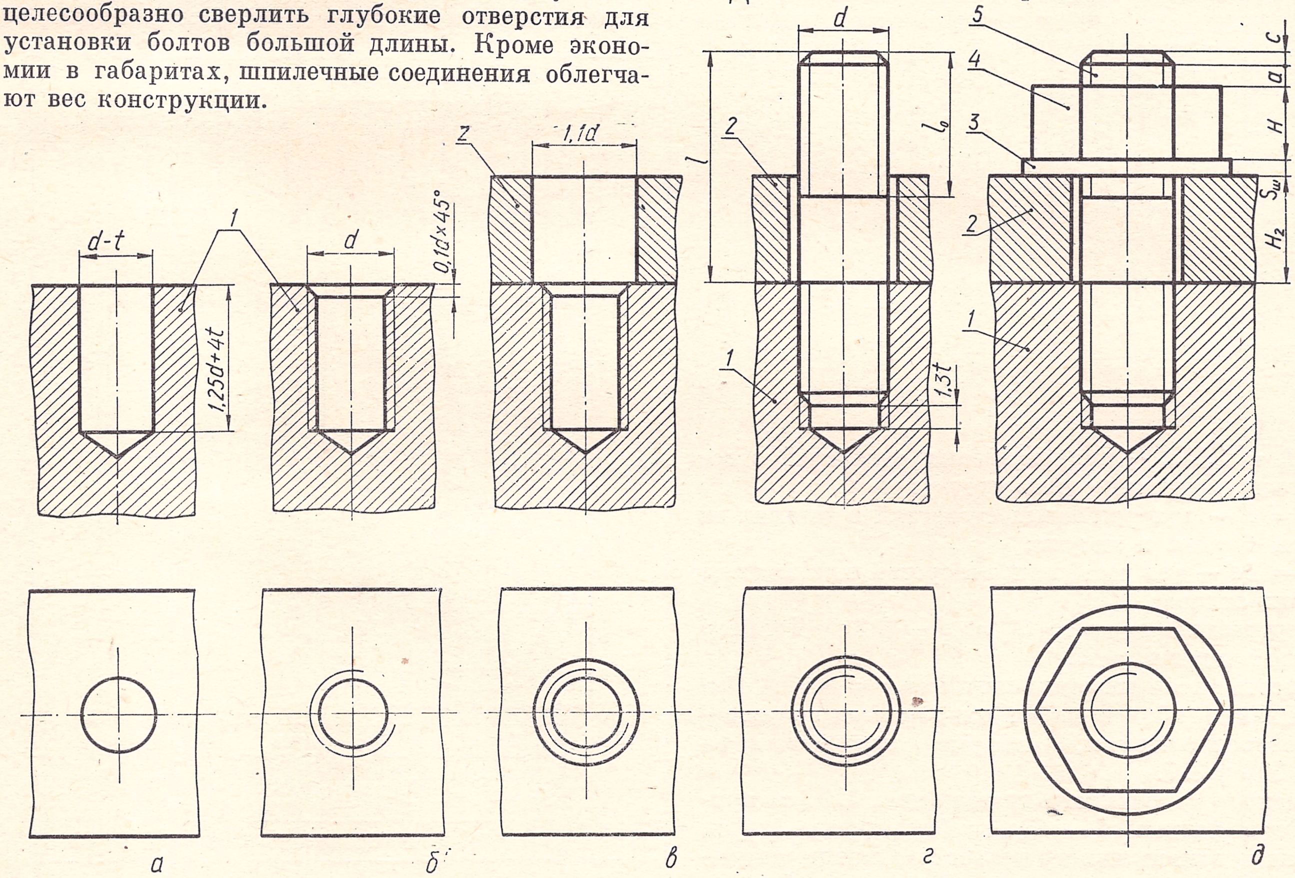


Рис. 309.

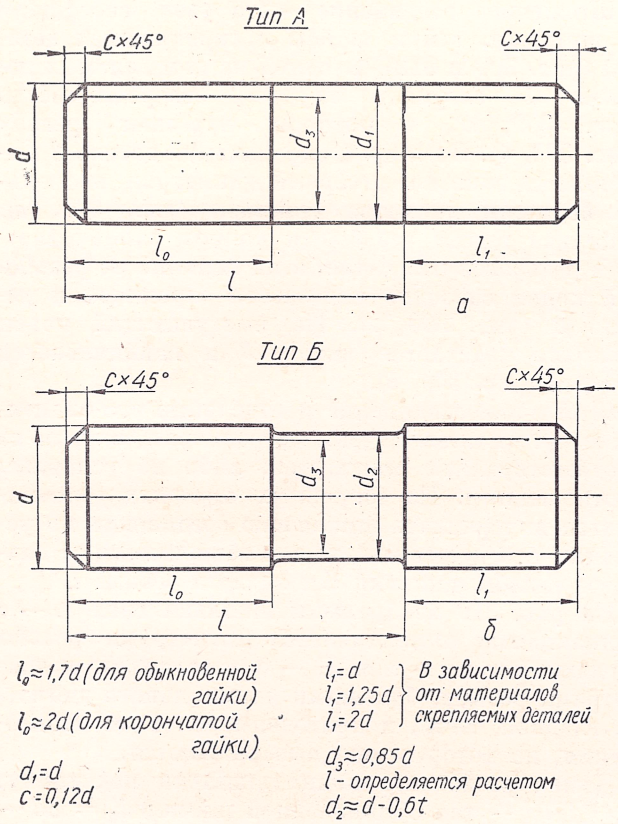
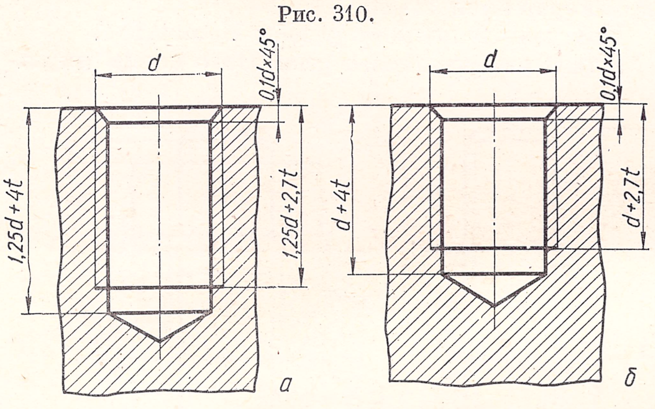


Рис. 310.



Гнездо для шпильки при $l_1 = 1{,}25d$

Гнездо для шпильки при $l_1 = d$

Рис. 311.

ки: $l_1 = 1{,}25d$ — для резьбовых отверстий в деталях из ковкого и серого чугуна;

$l_1 = d$ — для резьбовых отверстий в деталях из стали, бронзы и латуни;

$l_1 = 2d$ — для резьбовых отверстий в деталях из легких сплавов.

Внутренний диаметр $d_2 \approx d - 0{,}6t$. Диаметр гладкой части $d_1 = d$.

Высота фаски на конце шпильки $c = 0{,}12d$. Вычерчивание гайки и шайбы выполняется по условным соотношениям, которые приведены на рис. 286 и 307.

Диаметр сверленного гнезда (рис. 309, *а*) принимается равным $d - t$, а глубина гнезда l_2 равна длине ввинчиваемого резьбового конца шпильки l_1 плюс запас сверления. Этот запас берется равным не менее $4t$, т. е. не менее чем четыре шага резьбы. Следовательно, для шпильки с $l_1 = 1{,}25d$ глубина гнезда будет равна $1{,}25d + 4t$ (рис. 309, *а*), а для шпильки с $l_1 = d$ глубина гнезда равна $d + 4t$. В гнезде нарезается резьба такого же диаметра d, как и на шпильке. Конец метчика, нарезающего резьбу, заточен на конус и вследствии этого резьба не может быть нарезана до дна гнезда. Длина нарезанной части гнезда равна длине ввинчиваемого резьбового конца шпильки l_1 плюс запас резьбы. Запас резьбы примерно равен 2,7 шага резьбы ($2{,}7t$). Следовательно, для шпильки с $l_1 = 1{,}25d$ длина нарезанной части гнезда равна $1{,}25d + 2{,}7t$ (рис. 311, *а*), а для шпильки с $l_1 = d$ длина нарезанной части гнезда равна $d + 2{,}7t$ (рис. 311, *б*).

В гнезде под углом 90° выполняется входная фаска («зенковка»), высота которой принимается равной $0{,}1d$. На виде сверху фаска не указывается (рис. 309, *б*).

В детали *2* (рис. 309, *г*) сверлится отверстие, диаметр которого зависит от характера сборки. Условно принимают диаметр отверстия равным $1{,}1d$.

На сборочном чертеже шпильку изображают завинченной на всю длину ввинчиваемого резьбового конца.

На рис. 309, *д* изображено соединение при помощи шпильки типа А, а на рис. 312 — соединение при помощи шпильки типа Б. Расстояние от конца шпильки до дна гнезда равно $4t$. При изображении шпильки, ввернутой в отверстие, предпочтение отдается ее резьбе, поэтому резьба в гнезде указывается лишь в той части, где она не

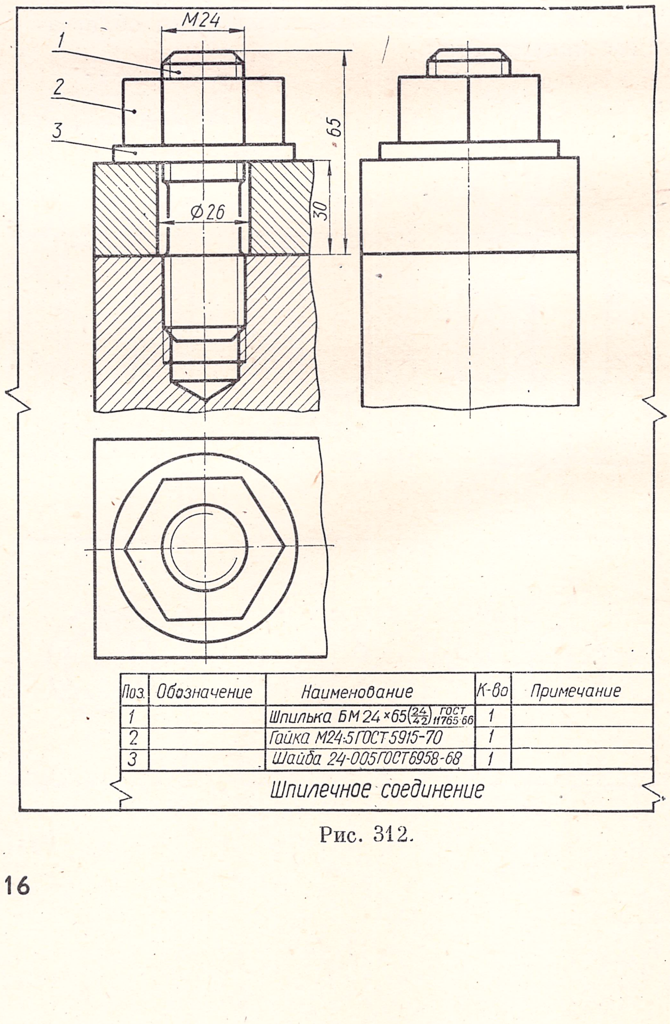


Рис. 312.

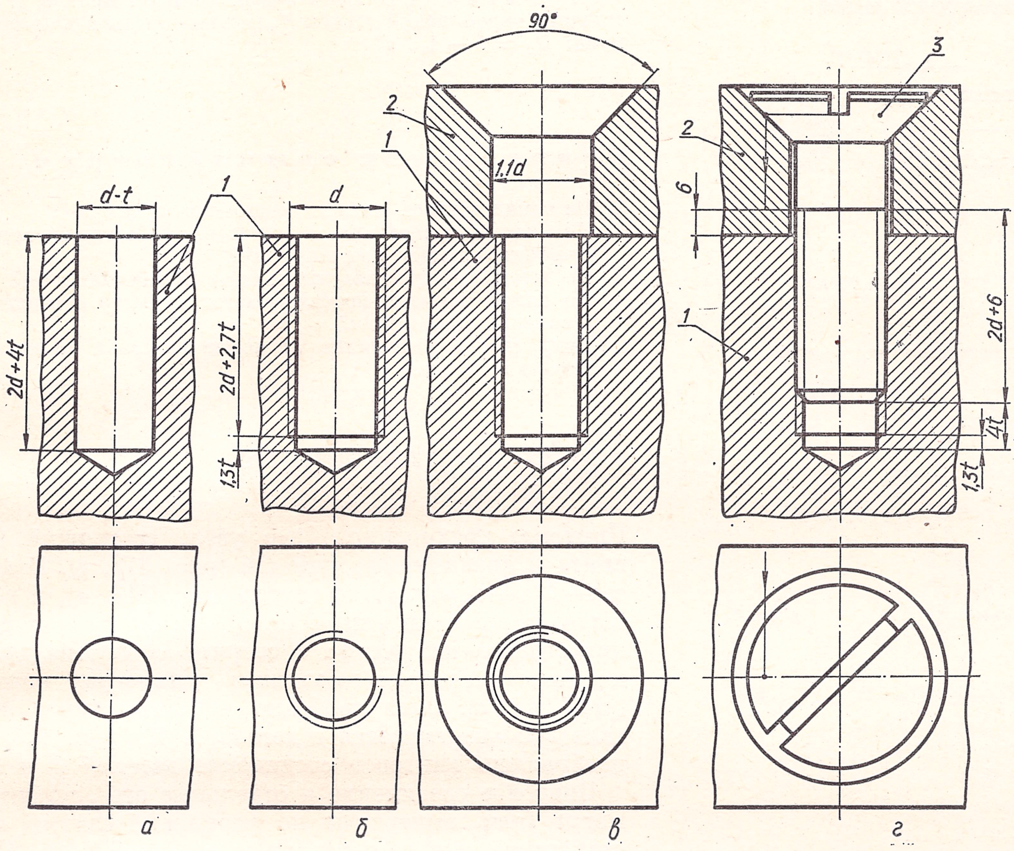


Рис. 313.

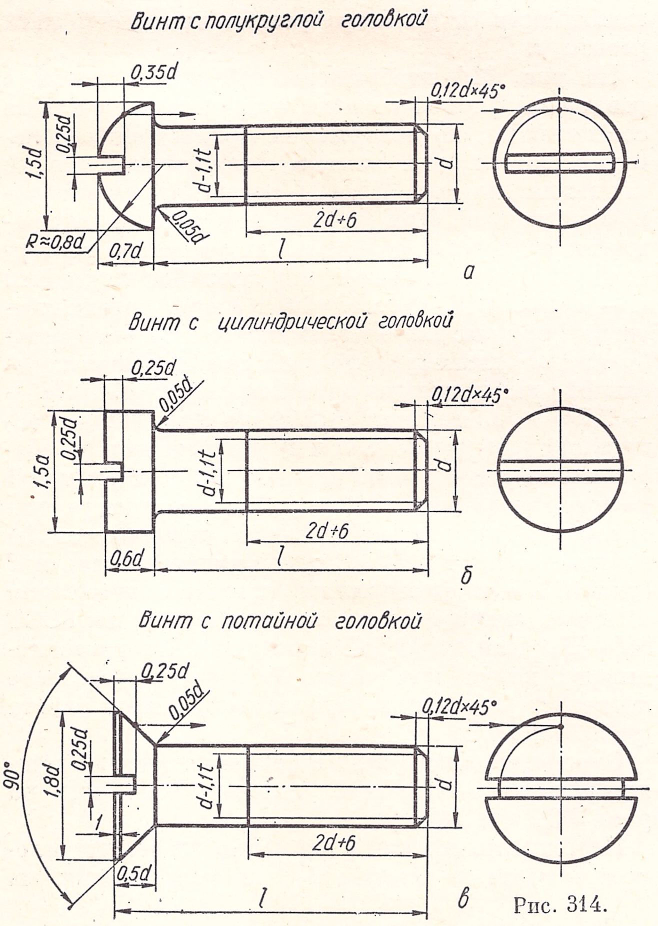


Рис. 314.

закрыта резьбой посадочного конца шпильки.

Длина шпильки рассчитывается по формуле (рис. 309, *д*):

$$l = H_2 + S_ш + H + a + c = H_2 + 0{,}15d + 0{,}8d + 0{,}25d + 1{,}12d,$$

где H_2 — толщина верхней детали *2*; H — высота гайки; $S_ш$ — толщина шайбы; a — выход конца шпильки из гайки; c — высота фаски.

Условные соотношения здесь приняты те же, что и для болтового соединения.

Пример выполнения задания. Вычертить соединение двух стальных деталей шпилькой М24, тип Б. Подсчитываем размеры элементов соединения.

Размеры гнезда: диаметр сверленного гнезда $d - t = 24 - 3 = 21$ *мм*, глубина гнезда $l_2 = l_1 + 4t = d + 4t = 24 + 4 \cdot 3 = 36$ *мм*, (шаг t для резьбы М24 равен 3 *мм*), глубина нарезанной части гнезда $l_3 = l_1 + 2{,}7t = d + 2{,}7t = 24 + 2{,}73 \approx 27$ *мм*, высота фаски в гнезде: $c = 0{,}1d = 0{,}1 \cdot 24 \approx 3$ *мм*.

Размеры шпильки:
по условию диаметр $d = 24$ *мм*, длина стяжного конца $l = 65$ *мм*, длина резьбового конца под обыкновенную гайку: $l_0 = 1{,}7d = 1{,}7 \cdot 24 \approx 42$ *мм*, длина ввинчиваемого резьбового конца: $l_1 = d = 24$ *мм*, высота фаски на шпильке: $c = 0{,}12d = 0{,}12 \cdot 24 = 3$ *мм*.

Размеры гайки:
высота гайки $H = 0{,}8d = 0{,}8 \cdot 24 = 19{,}2$ *мм*, диаметр описанной окружности $D = 2d = 2 \times 24 = 48$ *мм*.

Размеры шайбы:
толщина шайбы: $S_ш = 0{,}15d = 0{,}15 \cdot 24 \cong 3{,}6$ *мм*, диаметр шайбы: $D_ш = 2{,}2d \approx 2{,}2 \times 24 \approx 52$ *мм*.

В нашем примере, приняв $H_2 = 30$ *мм*, получаем: $l = 30 + 3{,}6 + 19{,}2 + 6 + 3 = 62$ *мм*. Принимаем $l = 65$ *мм*.

Задание выполнено на рис. 312. На главном изображении выполнен фронтальный разрез, причем шпилька, гайка и шайба условно изображены нерассеченными. Виды сверху и слева выполнены без разреза. На чертеже указываются лишь три размера: диаметр, длина шпильки и диаметр отверстия в верхней скрепляемой детали. Гайка выполнена упрощенно, без изображения фасок.

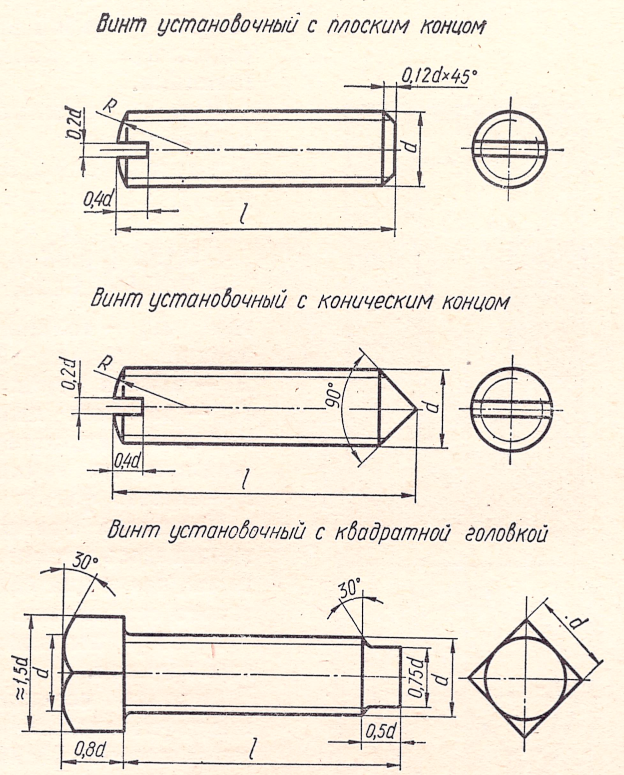
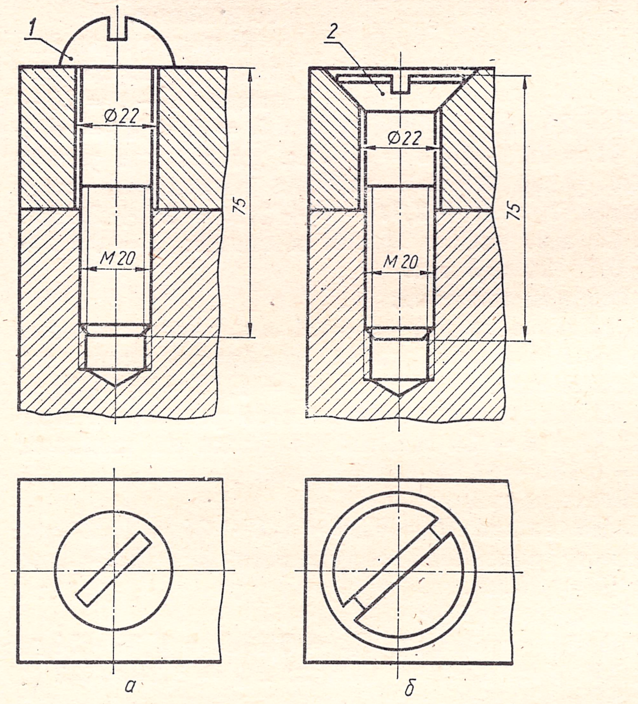


Рис 315.



Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
1		Винт М 20×75 ГОСТ 1489-62	1	
2		Винт М 20×75 ГОСТ 1490-62	1	

Соединение винтом

Рис. 316.

Примечание. Если задана длина шпильки l, то толщину скрепляемой детали H_2 можно определить по формуле: $H_2 \approx l - 1{,}3\ d$.

Вопросы для самопроверки

1. Из каких деталей состоит соединение шпилькой?
2. По каким условным соотношениям вычерчивается шпилька и гнездо под шпильку?
3. По какой формуле подсчитывается длина шпильки?
4. По какой формуле подсчитывается диаметр отверстия в скрепляемой детали?
5. Чему равно расстояние от конца шпильки до конца резьбы в гнезде?

§ 34. СОЕДИНЕНИЕ ВИНТОМ

Винтовое соединение — это узел, состоящий из винта и скрепляемых деталей (рис. 313, *г*). В детали *1* высверливается гнездо (рис. 313, *а*), в котором нарезается резьба (рис. 313, *б*). В верхней присоединяемой детали *2* сверлят отверстие диаметром, несколько большим диаметра винта (рис. 313, *в*). Винт свободно проходит через деталь *2* и ввертывается в деталь *1*. На рис. 313, *г* изображено винтовое соединение деталей *1* и *2*.

Винтовое соединение и отдельные его элементы могут быть вычерчены по размерам, взятым из стандартов, либо по условным соотношениям. На сборочных чертежах рекомендуется вычерчивать соединение по условным соотношениям, т. е. в зависимости от диаметра резьбы винта d и шага резьбы t.

На рис. 314 изображены крепежные винты с различной формой головок и приведены условные соотношения, по которым вычерчиваются отдельные элементы этих винтов. Аналогичные данные приведены на рис. 315 для вычерчивания установочных винтов. При упрощенном способе изображения винтового соединения по условным соотношениям диаметр гнезда под винт берут равным $d - t$ (рис. 313, *а*), а глубина гнезда определяется по формуле: $2d + 4t$. В гнезде нарезают резьбу того же диаметра, что и на винте. Длина нарезанной части гнезда принимается равной $2d + 2{,}7t$, т. е. недовод резьбы до дна гнезда составляет $1{,}3t$ (рис. 313, *б* и *г*). Допускается на сборочных чертежах изображать резьбу нарезанной до дна гнезда (рис. 316, *а*). Угол конуса в дне гнезда получается от сверла и принимается на чертеже равным 120°. В присоединяемой детали *2* (рис. 313, *в* и *г*) сверлится отверстие диаметром $1{,}1d$ или значение диаметра подбирают по ГОСТ 885—60. Для потайной головки винта раззенковывают конус под углом 90°, высота которого позволяет полностью «утопить» головку винта (рис. 313, *в* и *г*).

Окончательный вид соединения двух деталей винтом с потайной головкой показан на рис. 313, *г* и 316.

Необходимо обратить внимание на то, что плоскость разъема деталей *1* и *2* расположена на

рис. 313, *г* ниже границы резьбы винта примерно на 6 *мм*. Величина этого участка зависит от величины диаметра винта и нужна для подтягивания винта. На виде сверху прорези (шлицы) для отвертки условно изображаются повернутыми на угол 45°.

На чертеже винтового соединения указываются лишь три размера: диаметр, длина винта и диаметр отверстия в верхней скрепляемой детали (рис. 316).

Вопросы для самопроверки

1. Из каких деталей состоит соединение винтом?
2. По каким соотношениям вычерчивается гнездо под винт?
3. По какой формуле рассчитывается диаметр отверстия в присоединяемой детали?

§ 35. ШПОНОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шпоночные соединения подразделяются на два вида: напряженные, создаваемые с помощью клиновых шпонок и способные передавать крутящий момент и осевое усилие, и ненапряженные, создаваемые призматическими и сегментными шпонками и передающие только крутящий момент.

В современном машиностроении наибольшее применение имеют ненапряженные шпоночные соединения.

Соединение клиновыми шпонками. Если требуется соединить вал с деталью, например с колесом, при помощи клиновой шпонки без головки (рис. 317), то на валу вдоль образующих фрезеруется паз в виде прямоугольной канавки, соответствующей ширине шпонки. На выходе из вала паз имеет скругление, равное радиусу фрезы. Глубина паза определяется по таблице ГОСТ, а длина для клиновой шпонки принимается равной не менее двойной длины самой шпонки для того, чтобы шпонку можно было завести в паз и переместить вдоль него для закрепления. Аналогичный по ширине паз выполняется в ступице соединяемого колеса на всю ее длину (рис. 317, *а* и *в*). На валу паз уклона не имеет, а дно паза в ступице выполняют с уклоном 1 : 100, как и в шпонке.

В соединении шпонка частично заходит в паз на валу и частично в паз ступицы колеса, обеспечивая тем самым одновременное вращение вала с колесом (рис. 317, *в*).

В задании указаны диаметр вала D и длина ступицы колеса L. Пользуясь таблицей ГОСТа, определяют размеры шпонки ($b \times h$), глубину t паза для вала, глубину t_1 ступицы, длину шпонки l и др.

Приводим пример выполнения шпоночного соединения клиновой шпонкой без головки (исполнение 1) для вала диаметром $d = 38$ *мм*, длина ступицы колеса $L = 50$ *мм*.

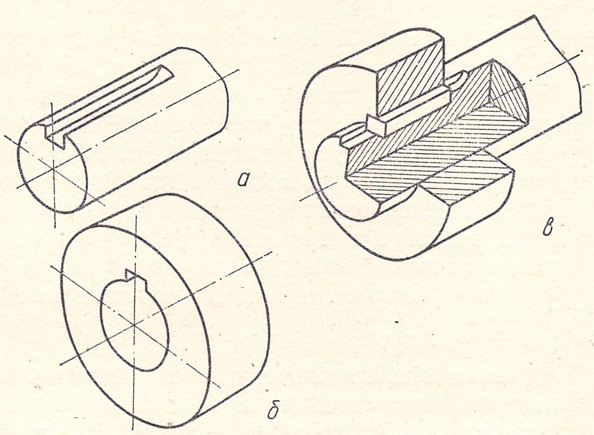


Рис. 317.

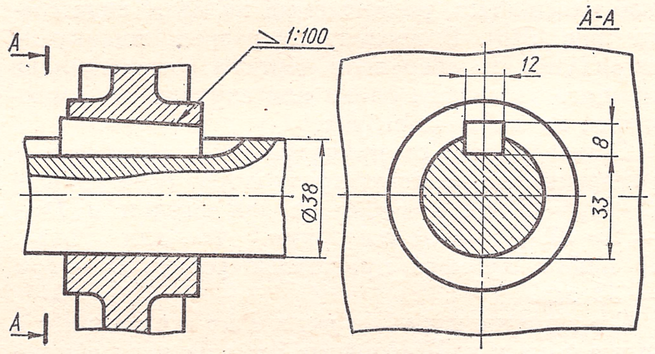


Рис. 318.

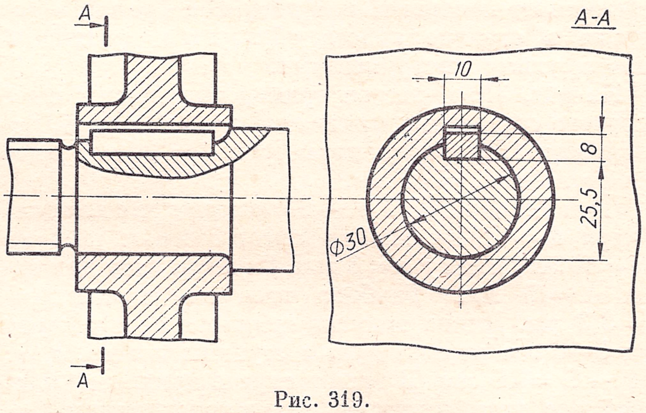


Рис. 319.

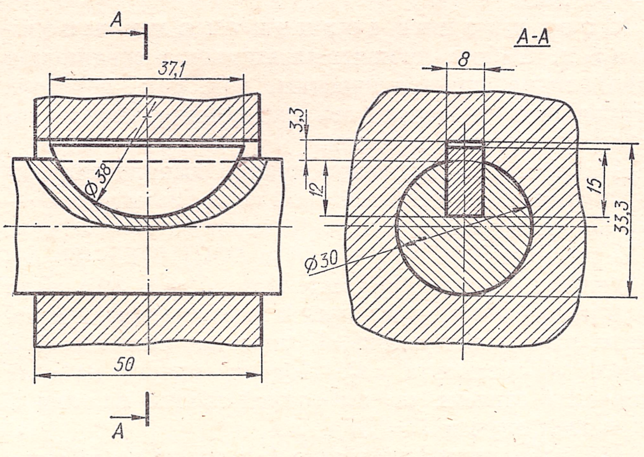


Рис. 320.

По таблице (ГОСТ 8791—68, 8792—68) находим, что для $d = 38$ *мм* клиновая шпонка имеет сечение: ширину $b = 12$ *мм*, высоту $h = 8$ *мм*. Глубина паза для вала $t = 5$ *мм*. Глубина паза в ступице $t_1 = 2{,}4$ *мм*. Длину шпонки принимаем равной длине ступицы колеса, т. е. в нашем случае $l = L = 50$ *мм*. Выбранная длина шпонки должна соответствовать одному из значений установленных для шпонок длин. Длину клиновой шпонки с головкой принимают равной длине ступицы колеса плюс половину высоты шпонки, т. е. $l \approx L + \frac{h}{2}$.

Рассчитав необходимые данные вычерчивают узел шпоночного соединения в двух изображениях: главное изображение с разрезом по ступице и с местным разрезом на валу и разрез профильной плоскостью, размещаемый на месте вида слева (рис. 318). В продольном разрезе шпонку не штрихуют. На сборочном чертеже соединения не принято указывать фаски или скругления, имеющиеся на боковых ребрах.

В зависимости от принятой базы обработки и измерения на чертеже проставляют один размер: $D + t_1 = 38 + 2{,}4 = 40{,}4$ *мм* для втулки и $D - t = 38 - 5 = 33$ *мм* или t — для вала. В нашем примере проставлен размер $D - t = 33$ *мм*.

С о е д и н е н и е п р и з м а т и ч е с к и м и ш п о н к а м и. Шпоночные пазы на валу обычно имеют длину, равную длине самой шпонки. Их выполняют пальцевой или дисковой фрезой, а канавка в ступице колеса образуется протяжкой или другими инструментами.

На рис. 319 приведен пример выполнения шпоночного соединения призматической шпонкой, исполнения 1, для вала диаметром $d = 30$ *мм*. Длина ступицы $L = 40$ *мм*.

По таблице ГОСТ 8788—68 находим, что для диаметра $d = 30$ *мм* шпонка имеет сечение: ширину $b = 10$ *мм*, высоту $h = 8$ *мм*. Глубина паза для вала $t = 5$ *мм*. Глубина паза во втулке $t_1 = 3{,}3$ *мм*. Длина шпонки принимается примерно на 5—6 *мм* меньше длины ступицы колеса, т. е. $40 - 5 = 35$ *мм*. В нашем случае принимаем ближайшую установленную для шпонок длину $l = 36$ *мм*.

С о е д и н е н и е с е г м е н т н ы м и ш п о н к а м и. Работа сегментных шпонок в соединении аналогична призматическим, так как передача крутящего момента осуществляется боковыми гранями шпонок и пазов.

На рис. 320 приведен пример выполнения соединения сегментной шпонкой вала диаметром $D = 30$ *мм* и колеса с длиной ступицы $L = 50$ *мм*. По таблице ГОСТ 8794—68 и ГОСТ 8795—68 определяют, что ширина шпонки $b = 8$ *мм*. Для найденной ширины шпонки в таблице имеется четыре различных значений высоты шпонки h и диаметра сегмента d_1. Подбор одного из этих значений зависит от выбранной длины шпонки l. В нашем случае $l = 37{,}1$ *мм*.

По выбранному значению l находим по таблице высоту шпонки $h = 15$ *мм* и диаметр сегмента $d_1 = 38$ *мм*. Глубина паза для вала $t = 12$ *мм*. Глубина паза во втулке $t_1 = 3{,}3$ *мм*.

Вопросы для самопроверки

1. Назовите два основных типа шпоночных соединений.
2. Чем отличаются призматические шпонки от клиновых?
3. Что указывается в условном обозначении шпонки на чертеже?
4. Вспомните порядок определения размеров сегментного шпоночного соединения.

§ 36. ШЛИЦЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Шлицевое соединение — это многошпоночное соединение, в котором «шпонки» (шлицы) выполнены заодно с валом и расположены параллельно его оси. Различают шлицевые соединения с прямобочной, эвольвентной и треугольной формой профиля зубьев.

С о е д и н е н и я с п р я м о б о ч н ы м п р о ф и л е м ш л и ц е в (ГОСТ 1139—58). Эти соединения получили в промышленности наибольшее распространение. Профиль зубьев строится так, что ширина зуба b равняется ширине впадины либо по окружности внутреннего диаметра d, либо по окружности наружного диаметра D (рис. 321). По ГОСТ 1139—58 профиль зубьев строится по окружности внутреннего диаметра d. Следовательно, чтобы построить вал, например с четырьмя шлицами, необходимо длину окружности диаметра d разделить на восемь равных частей и провести через точки деления боковые стороны каждого зуба (шлица) параллельно оси симметрии зуба до пересечения с окружностью диаметра D.

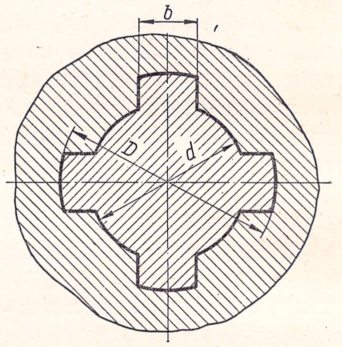


Рис. 321.

Число зубьев в шлицевом соединении бывает равным 4, 6, 8, 10, 16, 20. Наибольшее распространение получили соединения с 6 и 10 шлицами. Шлицевые валы получаются обработкой специальными фрезами, а отверстие со шлицами — с помощью специального инструмента — протяжки.

Рабочими поверхностями, как и у призматических шпонок, являются боковые грани шлицев.

ГОСТ предусматривает три основные серии соединений: легкую, среднюю и тяжелую, различающиеся высотой и числом зубьев.

При соединении деталей (вала с колесом) с помощью шлицев прямобочного профиля их соосность достигается одним из трех способов центрирования деталей: а) по наружному диаметру D (рис. 322, *а*); б) по внутреннему диаметру d (рис. 322, *б*); в) по боковым сторонам b зубьев (рис. 322, *в*). При всех способах центрирования шлицы в отверстии имеют одинаковый профиль, изображенный на рис. 322, *г*. Профиль шлицев на

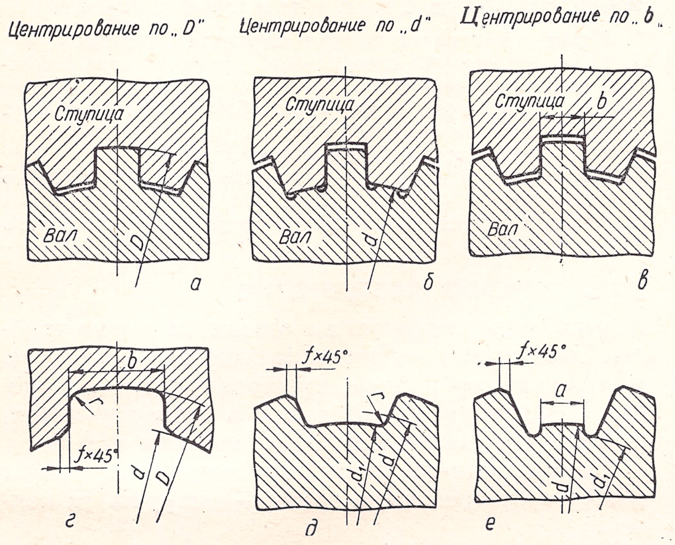


Рис. 322.

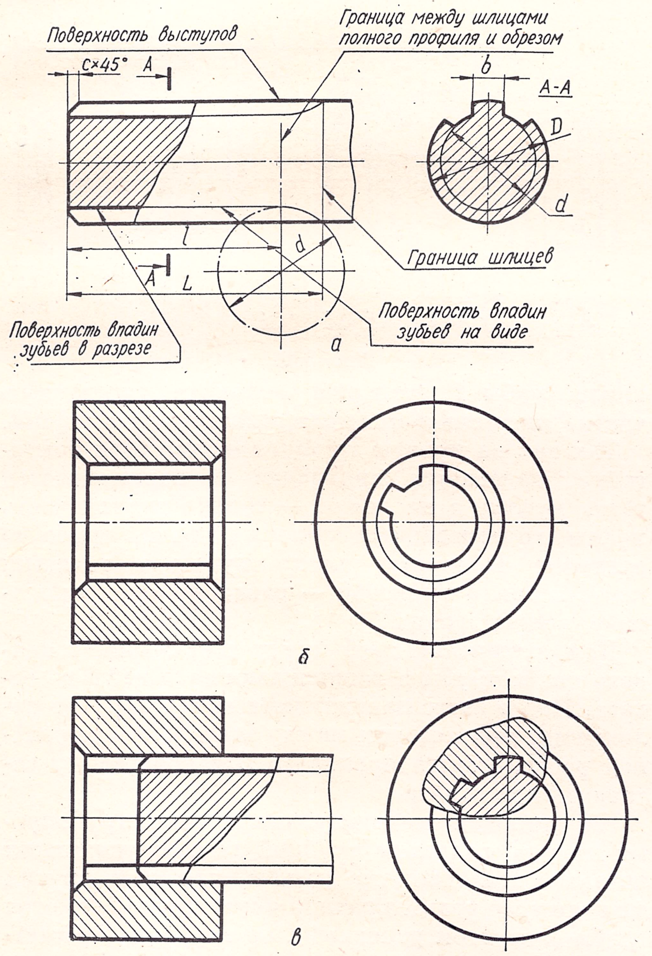


Рис. 323.

валу зависит от способа центрирования: при центрировании по b или диаметру D профиль шлицев выполняется по рис. 322, *д*, а при центрировании по диаметру d шлицы выполняются согласно рис. 322, *е*.

На чертежах и в технических документах шлицевые соединения обозначаются условно. В условном обозначении указывают: а) буквенный знак поверхности центрирования (b, d, D); б) число зубьев z и размеры диаметров d и D; в) обозначение полей допусков (посадок по центрирующему диаметру и боковым сторонам зубьев b).

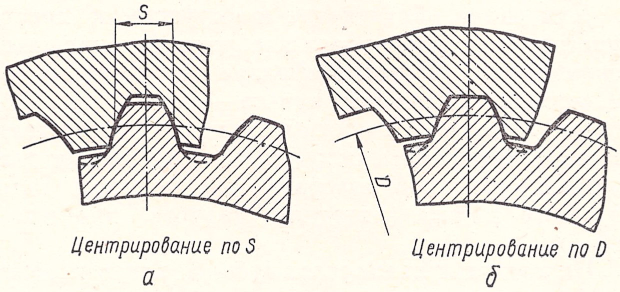


Рис. 324.

Например, $d\ 6 \times 28 \times 34$ — центрирование по внутреннему диаметру d, 6 — число зубьев, 28 — внутренний (малый) диаметр d выступов в отверстии и впадин на валу (рис. 322, *б*), 34 — наружный (большой) диаметр D впадин в отверстии. Аналогично: $D\ 8 \times 36 \times 42$; $b\ 8 \times 52 \times 60$.

В приведенных примерах условные обозначения даны без указания посадок.

Основные правила построения условных изображений шлицевых соединений приняты по ГОСТ 2.409—68.

На (рис. 323, *а*) изображен условно шлицевой вал, а на рис. 323, *б* изображена втулка с отверстием со шлицами.

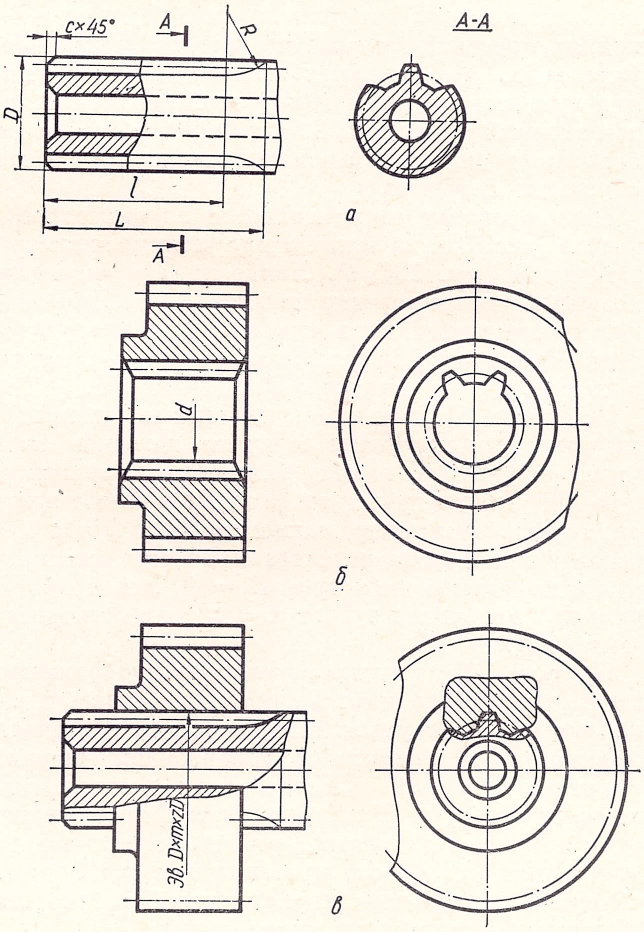


Рис. 325.

Для валов образующие и окружности поверхностей выступов зубьев изображают сплошными основными линиями, а образующие и окружности поверхностей впадин зубьев — сплошными тонкими линиями. Тонкими линиями изображают также линию сбега шлицев, границу между шлицами и остальной поверхностью детали, а также границу между шлицами полного профиля и сбегом.

На продольных разрезах зубья не заштриховываются и образующие поверхностей впадин изображают сплошными основными линиями. На проекциях, перпендикулярных к оси вала, показывают профиль одного-двух зубьев упрощенно (без фасок, проточек и т. п.). На изображении указывают рабочую длину l, т. е. длину шлица полного профиля без сбега. Можно указывать полную длину L шлица, длину сбега и радиус закругления.

В случае надобности указывается наружный и внутренний диаметры d и D, ширина зуба b и число зубьев z. При изображении шлицевого соединения в сборе в разрезе зубья вала принято показывать всегда видимыми, а зубья охватывающей детали — закрытыми. Поэтому на чертеже изображают только ту часть поверхности выступов отверстия, которая не закрыта валом (рис. 323, *в*).

Радиальный зазор между зубьями и впадинами вала и отверстия не показывают.

С о е д и н е н и я с э в о л ь в е н т н ы м п р о ф и л е м ш л и ц е в (ГОСТ 6033—51). Шлицы эвольвентного профиля применяются в соединениях, где требуется повышенная точность центрирования. По стандарту эвольвентные зацепления приняты с числом зубьев от 11 до 50 и с рядом модулей в 1; 1,5; 2; 2,5; 5; 7; 10 *мм* (подробно понятие о модулях рассматривается в разделе «Зубчатые передачи»).

Центрирование осуществляется по размеру зубьев S (рис. 324, *а*) или по наружному диаметру шлицев D (рис. 324, *б*). Наибольшее применение получило центрирование по размеру S. Дно впадин зубьев может быть плоским или закругленным. Расчетные формулы для шлицев эвольвентного профиля приведены в ГОСТ 6033—51.

Условные обозначения шлицевых соединений с эвольвентным профилем содержат название профиля — буквы *эв*, размер диаметра D, величину модуля m, число зубьев z и указание способа центрирования. Например, запись *эв* $50 \times 2{,}5 \times 18S$ означает: вал эвольвентного зубчатого соединения с наружным диаметром $D = 50$ *мм*, модулем $m = 2{,}5$ *мм*, число зубьев $z = 18$, с центрированием по S.

На рис. 325 приведено условное изображение эвольвентного шлицевого соединения. Здесь применяются те же условности, что и для шлицев прямобочного профиля с добавлением штрихпунктирных линий, обозначающих делительную поверхность зуба. Для наглядности изображают один зуб и две впадины. Профиль вычерчивается упрощенно, без фасок, проточек и т. п. Зазоры, обуславливаемые центрированием соединения, на сборочных чертежах не указываются.

Вопросы для самопроверки

1. Какие поверхности шлицев являются рабочими?
2. Какие существуют способы центрирования вала в шлицевых соединениях?
3. Что указывается в условном обозначении шлицевых соединений на чертежах?
4. Как условно изображают шлицевой вал?
5. Как условно изображают в разрезе вал и отверстие со шлицами?
6. Как изображают на чертеже в соединении шлицы вала с отверстием?

§ 37. ТРУБНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

К резьбовым соединениям относятся также трубные соединения, осуществляемые с помощью муфт, угольников, тройников, крестовин и т. д. Трубные соединения применяются в коммуникациях, транспортирующих жидкость, газ или пар.

Соединительные части трубопроводов имеют резьбу в отверстиях, а трубы — снаружи на концах.

Рассмотрим, как осуществляется соединение труб с помощью муфты (рис. 326). Сначала на

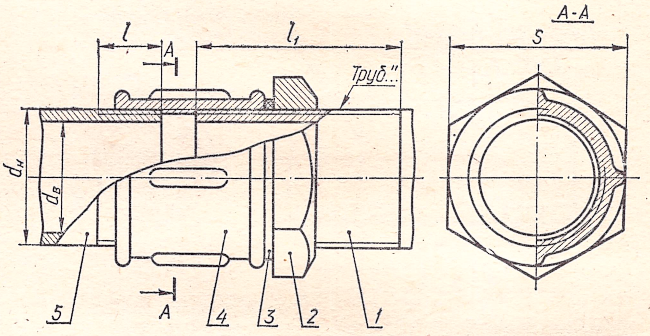


Рис. 326.

конец трубы *1*, имеющей большую нарезанную часть l_1, навинчивается контргайка *2*, затем муфта *4*.

Так как на правую трубу навинчивается контргайка, надевается прокладка и навинчивается часть муфты, а на левую — только другая часть муфты, то нарезанный конец на правой трубе по величине превышает длину муфты и толщину контргайки, а на левой — равен примерно половине длины муфты.

Для соединения труб муфту свинчивают с правого конца трубы и навинчивают на левый *5* до отказа. После этого навинчивают контргайку до положения, при котором между муфтой и контргайкой располагается прокладка *3* и контргайку затягивают до отказа.

На чертежах соединительных частей трубопроводов в обозначении трубной резьбы указывают не наружный диаметр резьбы, как для других стандартных резьб, а размер внутреннего диаметра трубы (и притом условный), на которой нарезается резьба.

Наружный диаметр трубы получается большим на удвоенную величину толщины стенки трубы.

Вопросы для самопроверки

1. Какие соединительные части для трубопроводов вы знаете?
2. Как обозначается условный проход труб?
3. Расскажите о порядке соединения двух труб с помощью муфты и контргайки.
4. Как подсчитывается наружный диаметр труб?

Раздел VI. НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

§ 38. ЗАКЛЕПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Заклепочные швы выполняют при помощи заклепок. Деталь, представляющая собой цилиндрический стержень, снабженный на конце головкой (закладной), и предназначенная для неразъемного соединения изделий или частей сооружения, называется заклепкой (замыкающая головка образуется в процессе клепки).

В машиностроении применяются заклепки с различной формой головки. Наиболее распространены:

а) заклепки с полукруглой головкой (ГОСТ 10299—68, рис. 327, *а*);

б) заклепки с потайной головкой (ГОСТ 10300—68, рис. 327, *б*);

в) заклепки с полупотайной головкой (ГОСТ 10301—68, рис. 327, *в*).

Также как и другие крепежные детали (болты, винты, шпильки), заклепки могут быть вычерчены либо по размерам, взятым из стандарта, либо по условным соотношениям, в зависимости от диаметра стержня d.

В зависимости от назначения заклепки могут быть изготовлены из углеродистых сталей марок Ст.2, Ст.3, 10, 15, 20, из цветных металлов, например из латуни Л-62, из нержавеющей стали и пр.

На чертежах и в других конструкторских документах заклепки обозначаются условно. В условном обозначении указываются: слово «Заклепка», диаметр d, длина L, группа материала, марка, группа покрытия, номер стандарта.

Примечание. Для заклепок из углеродистой стали подгруппы 00 без покрытия в условном обозначении не указывают подгруппу материала и группу покрытия (вопросы, связанные с обозначением материала и покрытия, изучались при рассмотрении болтов и гаек).

Примеры условных обозначений:
Заклепка 8 × 20 ГОСТ 10299—68 — это заклепка с полукруглой головкой, с диаметром стержня 8 *мм*, длиной 20 *мм*, из материала группы 00, без покрытия. То же из материала с условным обозначением группы 38 марки М3 с покрытием 11;

Заклепка 8 × 20. 38. М3. 11 ГОСТ 10299—68.

Чтобы соединить два листа металла при помощи заклепок, накладывают листы друг на друга и в них просверливают или продавливают пуансоном отверстие (рис. 328, *а*), в которое вставляют стержень заклепки (рис. 328, *б*). Замыкающая головка (рис. 328, *в*) образуется осаживанием выступающей части стержня ударами пневматического молотка или прессованием на специальной машине. Процесс клепки может происходить с предварительным разогревом заклепок или без него. Холодная клепка применяется при небольших диаметрах стержня (до 12 *мм*).

Обычно листы или детали соединяются не одной, а многими заклепками, размещаемыми в определенном порядке. Совокупность заклепок, размещенных рядами и в определенном порядке, называется заклепочным швом.

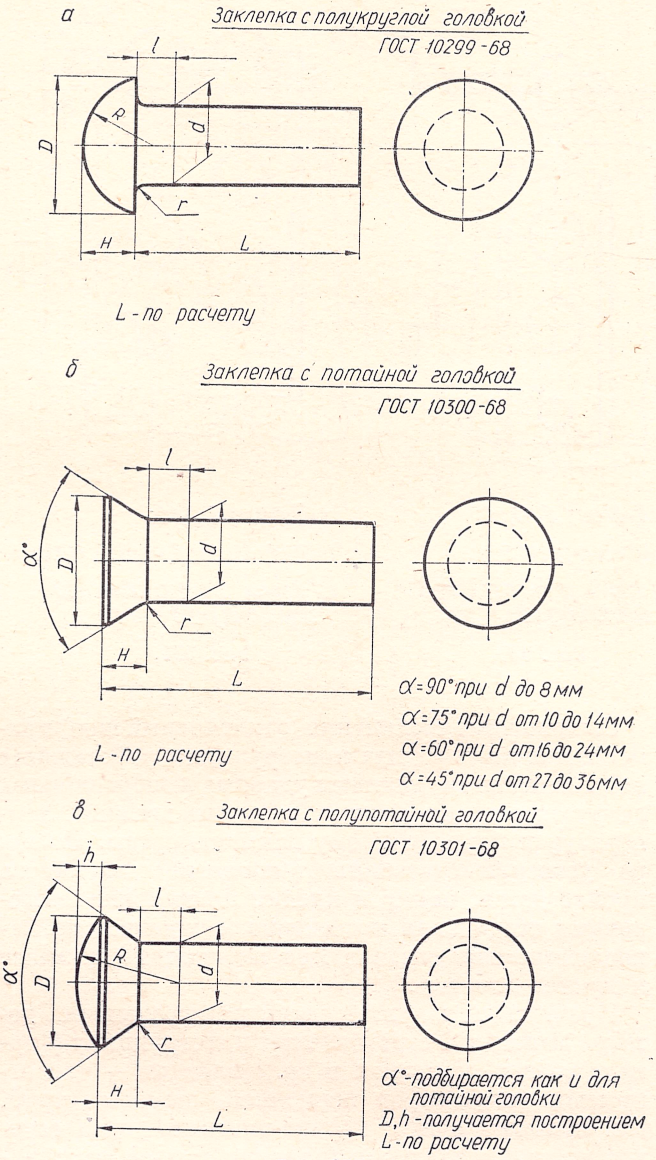


Рис. 327.

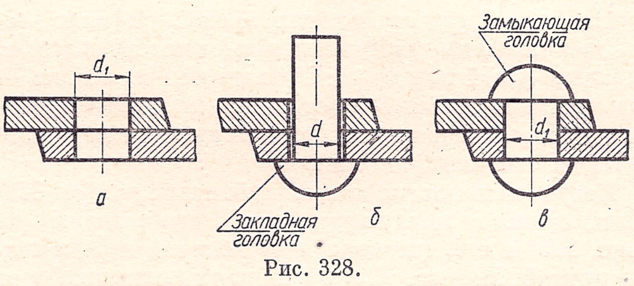


Рис. 328.

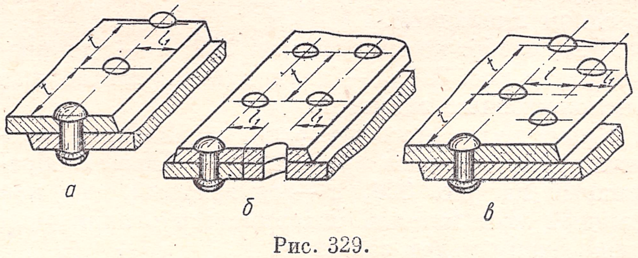
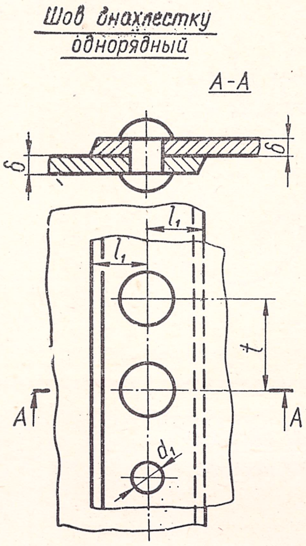
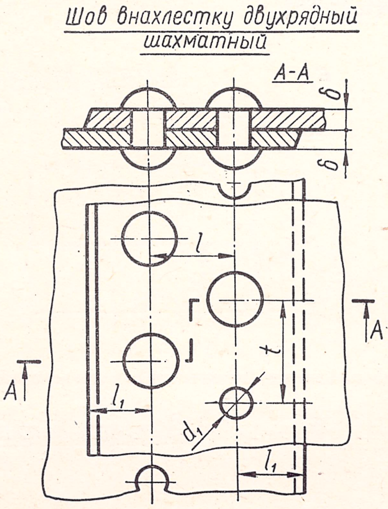


Рис. 329.



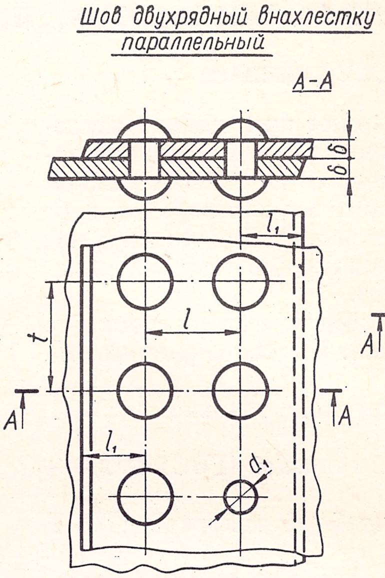
$d = \delta + 8$ мм; $d_1 = 1,1d$;
$t = 2d + 8$ мм; $l = 1,5d$;
L (длина неустановленной заклепки) $= 2\delta + 1,5d$

Рис. 330.



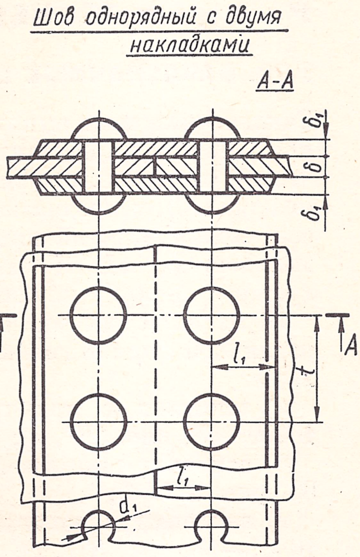
$d = \delta + 8$ мм; $l = 0,6t$;
$t = 2,6d + 15$ мм; $d_1 = 1,1d$; $l_1 = 1,5d$;
L (длина неустановленной заклепки) $= 2\delta + 1,5d$

Рис. 331.



$d = \delta + 8$ мм; $l = 0,8t$; $l_1 = 1,5d$;
$t = 2,6d + 15$ мм; $d = 1,1d$
L (длина неустановленной заклепки) $= 2\delta + 1,5d$

Рис. 332.



$d = \delta + 8$ мм; $\delta_1 = 2/3\,\delta$; $l_1 = 1,5d$;
$t = 2d + 8$ мм; $d_1 = 1,1d$,
L (длина неустановленной заклепки) $= \delta + 2\delta_1 + 1,5d$

Рис. 333.

Заклепочные соединения (заклепочный шов) применяются в некоторых конструкциях, работающих под интенсивным действием ударных и вибрационных нагрузок и подверженных действию высоких температур и коррозионному влиянию среды. По мере усовершенствования технологии сварочного производства, пайки и клейки применение заклепочных соединений постепенно сокращается. Заклепочные швы разделяются на прочные, плотные и прочно-плотные.

Прочные швы применяются для соединения деталей машин и в строительных конструкциях (фермах, мостах, колоннах и др.); плотные — для открытых резервуаров жидкостей, дымовых труб, для обшивки судов; прочно-плотные — для сосудов высокого давления (паровых котлов, газгольдеров и др.).

По характеру соединения листов металла заклепочные швы разделяются на швы внахлестку и швы с одной или двумя накладками (накладка — это дополнительный лист металла определенной ширины и толщины, который склепывается с каждым из основных листов).

Соединение листов металла показано на рис. 329. Заклепочные швы внахлестку изображены на рис. 329, *а* и *в*, где один лист металла перекрывает другой. На рис. 329, *б* изображен стыковой шов с одной накладкой.

Шов, изображенный на рис. 329, *а* — однорядный, а на рис. 329, *в* — двухрядный с шахматным расположением заклепок.

Кроме шахматного возможно параллельное расположение заклепок (рис. 329, *б*). Шов, изображенный на рис. 329, *а* — однорядный, так как каждый лист металла склепывается с накладкой лишь одним рядом заклепок.

Проектируя заклепочный шов, рассчитывают основные величины (параметры), характеризующие шов. К ним относятся (рис. 329):

а) шаг заклепок t, т. е. расстояние между заклепками в одном и том же ряду;

б) расстояние между рядами заклепок l;

в) расстояние от заклепочного ряда до края листа l_1;

г) диаметр отверстия d_1 под заклепку (рис. 328).

Наиболее часто встречающиеся типы прочно-плотных швов, формулы для определения размеров швов (по нормам котлонадзора) приведены на рис. 330—333.

Для вычерчивания заклепочных соединений задается тип шва, толщина склепываемых листов металла и указывается тип заклепки.

1. По формулам, указанным для данного типа шва (рис. 330—333), рассчитывается диаметр d непоставленной заклепки в зависимости от толщины листа δ. Если полученное значение диаметра не совпадает со значениями, имеющимися в стандарте, то в дальнейший расчет принимают ближайшую заклепку стандартного размера. В табл. стандартов имеются заклепки диаметром: 1; 1,2; (1,4); 1,6; 2; 2,5; 3; (3,5); 4; 5; 6; 8; 10; 12; (14); 16; (18); 20; (22); 24; (27); 30 и 36 *мм*.

По выбранному значению диаметра d определяют по приведенным формулам другие величины, характеризующие шов: шаг t, расстояние между рядами l, расстояние от ряда до края листа l_1 и др. Найденные значения округляют до целых чисел.

3. Размеры заклепки определяют по соответствующему стандарту либо рассчитывают упрощенно по соотношениям в зависимости от диаметра d. Длину непоставленной заклепки с достаточным приближением можно принять:

при полукруглой головке $L = 1,12\Sigma S + 1,4d$;

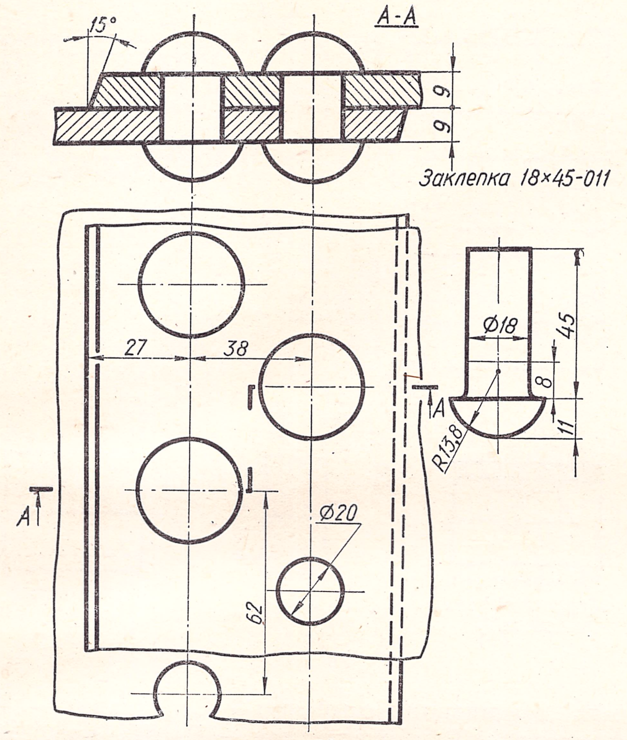


Рис. 334.

при конической замыкающей головке $L = 1{,}15\Sigma S + 0{,}82d$, где ΣS — толщина склепываемых листов металла в миллиметрах.

Полученную длину согласовывают с имеющимися длинами по стандарту и в расчет принимают длину стандартного размера.

Стандарт допускает брать длину заклепки из ряда: 2 ÷ 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 46; 48; 50; 52; 55; 58; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180 *мм* и т. д.

4. Размеры диаметра отверстия под заклепку подбирают по ГОСТ 885—60, либо подсчитывают их по формуле $d_1 = 1{,}1d$.

После произведенного расчета заклепочный шов вычерчивается в двух изображениях: главное изображение представляет простой или сложный ступенчатый разрез и вид сверху.

Пример выполнения двухрядного шахматного шва внахлестку приведен на рис. 334. Толщина листа металла $\delta = 9$ *мм*. Тип заклепки — с полукруглой головкой (ГОСТ 10299—68).

1. Диаметр заклепки $d = \delta + 8 = 9 + 8 = 17$ *мм*. По стандарту заклепки диаметром 17 *мм* нет, а имеются заклепки диаметром 16 и 18 *мм*. Принимают в расчет $d = 18$ *мм*.

2. Определяют остальные величины, характеризующие шов: шаг между заклепками в ряду: $t = 2{,}6d + 15$ *мм* $= 2{,}6 \cdot 18 + 15 = 62$ *мм*;

расстояние между рядами заклепок: $l = 0{,}6t = 0{,}6 \cdot 62 = 38$ *мм*;

расстояние от оси ряда до кромки листа: $l_1 = 1{,}5d = 1{,}5 \cdot 18 = 27$ *мм*;

диаметр отверстия под заклепку: $d_1 = 1{,}1d = 1{,}1 \cdot 18 \approx 20$ *мм*.

3. По соответствующим стандартам подбирают размеры заклепки с диаметром $d = 18$ *мм*:

высота головки $h = 11$ *мм*;

радиус сферы головки $R = 13{,}8$ *мм*;

длина заклепки $L = 1{,}12\Sigma S + 1{,}4d = 1{,}12 \times 18 + 1{,}4 \cdot 18 = 45{,}26$ *мм*.

В таблице ГОСТ 10299—68 есть длина 45 и 48 *мм*. Принимаем длину $L = 45$ *мм*. По найденным расчетным данным вычерчиваем в двух изображениях заклепочный шов и проставляем на чертеже необходимые размеры (рис. 334).

Вопросы для самопроверки

1. Что называется заклепкой? Какого типа заклепки наиболее распространены в машиностроении?
2. Что указывают в условном обозначении заклепок?
3. Поясните словами запись:
   «Заклепка 10 × 30— 012 ГОСТ 10300—68»;
   «Заклепка 10 × 30— ГОСТ 10301—68».
4. Что называется заклепочным швом?
5. По каким признакам разделяются заклепочные швы?
6. В какой последовательности выполняется задание на вычерчивание заклепочного шва?
7. Как определяется диаметр отверстия d_1 под заклепку? длина L?
8. Какие размеры рекомендуется ставить на чертеже заклепочного шва?

§ 39. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Сварные соединения получили широкое распространение в машиностроении.

Применение сварки, вместо клепки, приводит к экономии металла и к уменьшению трудоемкости производственных процессов. Во многих случаях сварные конструкции заменяют изделия, изготовленные литьем и ковкой.

Сварным соединением называют совокупность деталей, соединенных между собой с помощью сварки. Сварным швом называют затвердевший после расплавления металл, соединяющий свариваемые детали.

Ниже приводятся сведения о некоторых основных видах и методах сварки.

Дуговая электросварка осуществляется электрической дугой, возникающей между электродом и свариваемыми деталями. Делится она на ручную, полуавтоматическую и автоматическую.

Газовая сварка осуществляется пламенем горючего газа, ацетилена, водорода, метана и других газов, сжигаемых в струе кислорода. В зону нагрева металла пламенем горелки подается присадочный материал в виде прутка с обмазкой. Газовая сварка имеет преимущество перед дуговой электросваркой при сварке цветных металлов и чугуна.

Сварка давлением осуществляется вследствие нагрева места соединения до пластического состояния и дальнейшего воздействия внешних усилий.

При контактной сварке нагрев осуществляется теплом, выделяемым при протекании электрического тока большой силы через свариваемые детали и контакты между ними. В процессе разогрева металл доводят до пластического состояния и детали плотно прижимают друг к другу.

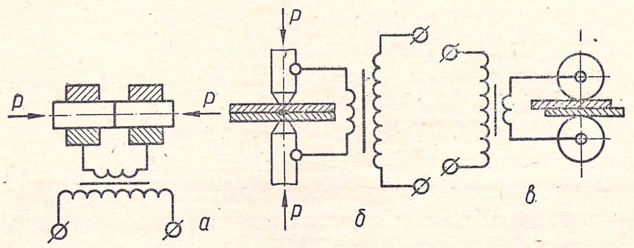


Рис. 335.

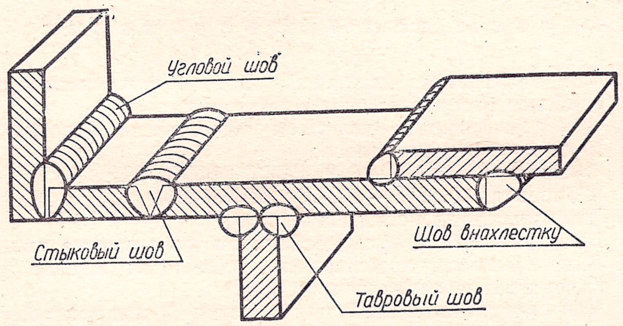


Рис. 336.

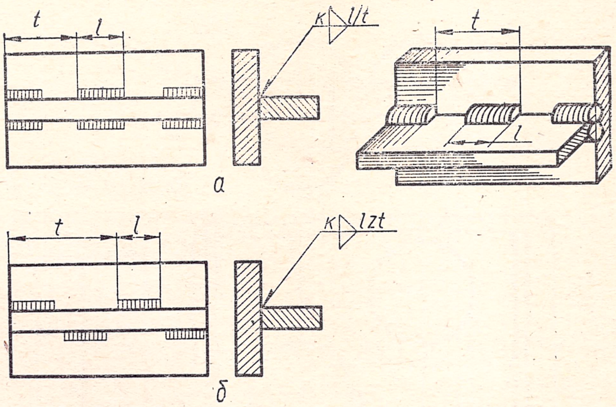


Рис. 337.

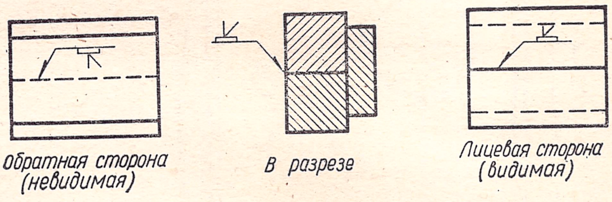


Рис. 338.

Контактная сварка делится на стыковую (рис. 335, *а*), точечную (рис. 335, *б*), роликовую (рис. 335, *в*) и рельефную.

Швы сварных соединений классифицируются по таким признакам:

а) по виду сварных соединений;

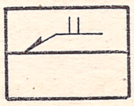
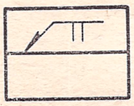
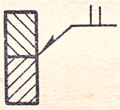
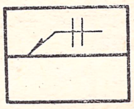
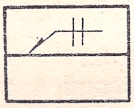
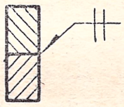
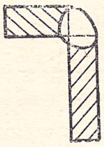
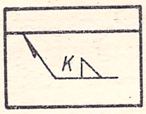
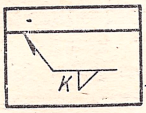
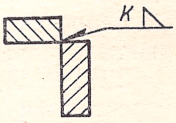
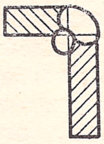
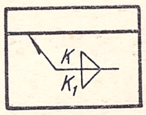
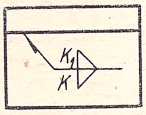
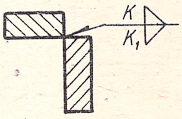
б) по форме поперечного сечения кромок свариваемых деталей;

в) по характеру выполнения шва.

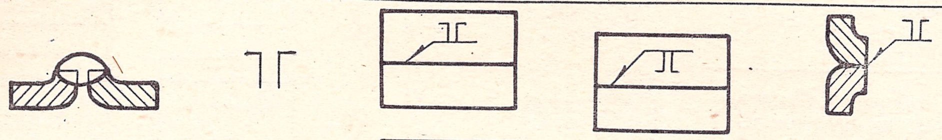
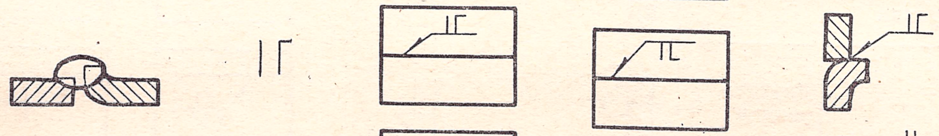
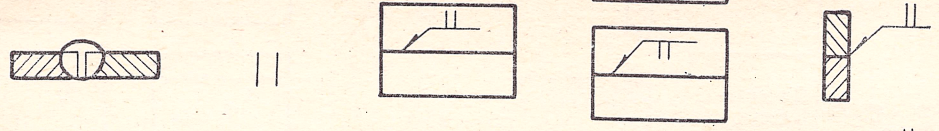
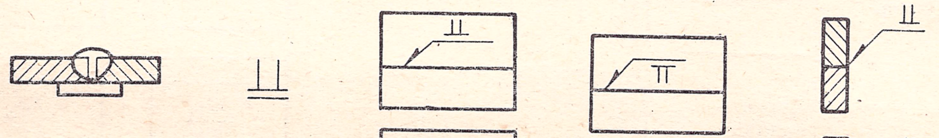
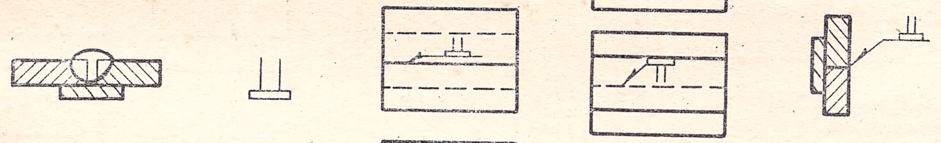
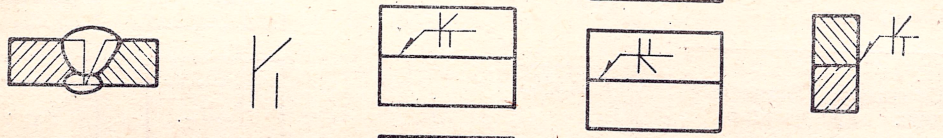
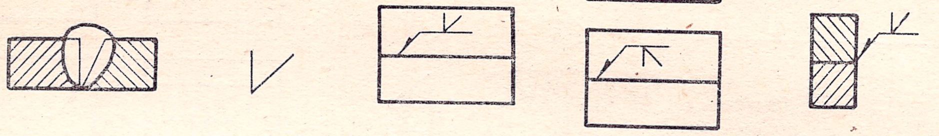
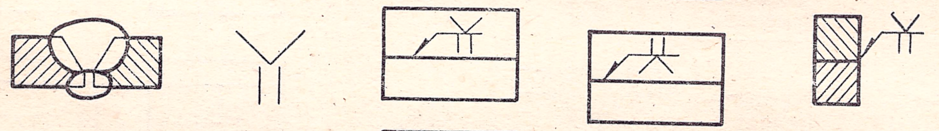
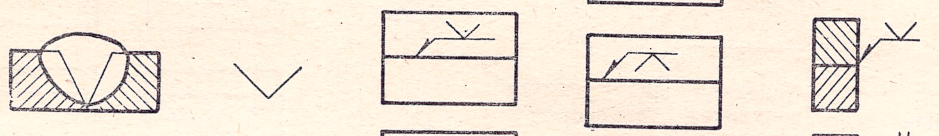
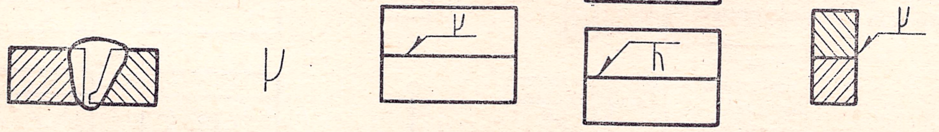
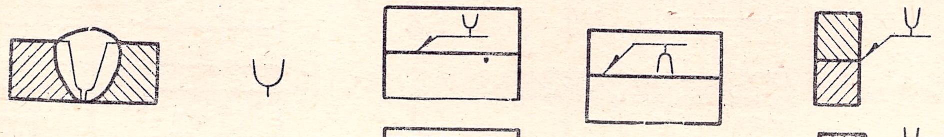
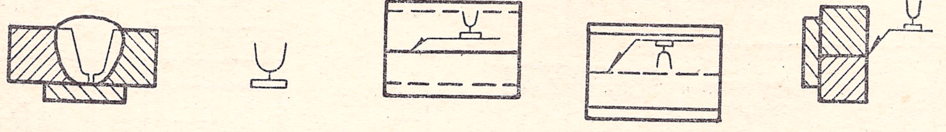
По виду сварного соединения, т. е. по взаимному расположению свариваемых деталей, различают соединения: стыковые — С, угловые — У, тавровые — Т и внахлестку — Н. На рис. 336 условно изображены все эти виды соединений.

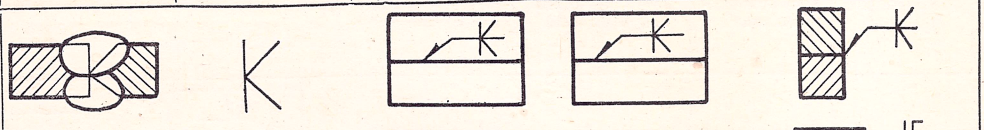
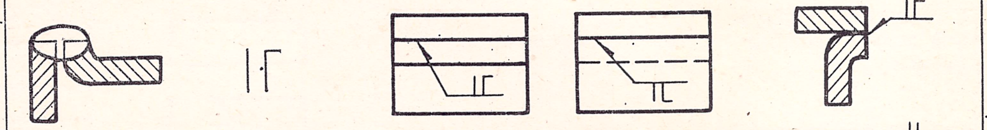
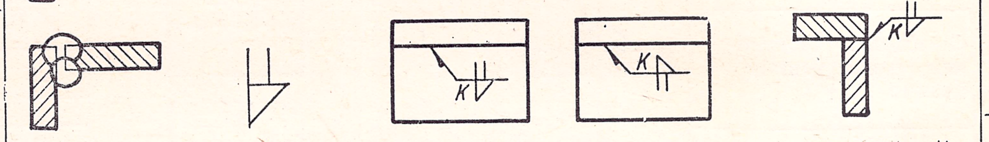
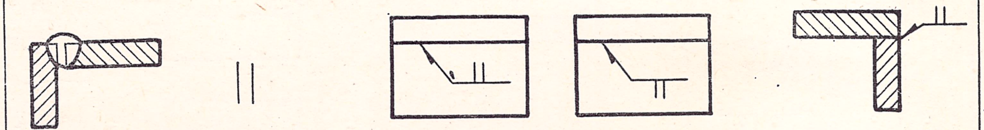
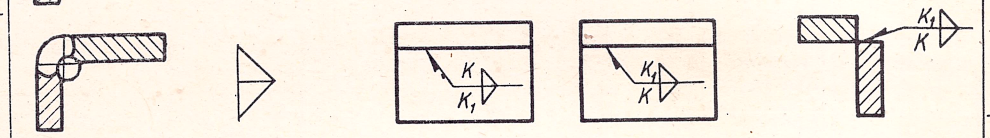
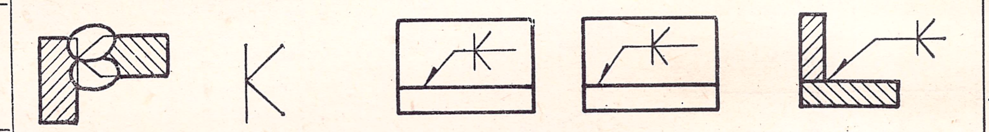
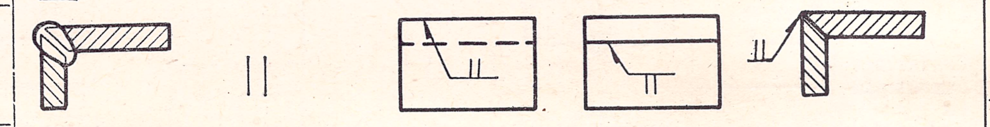
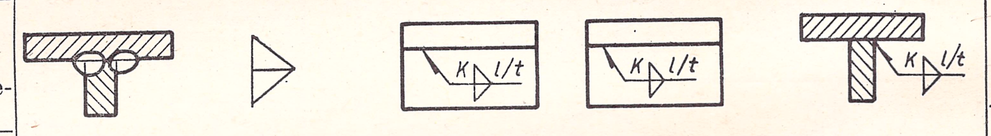
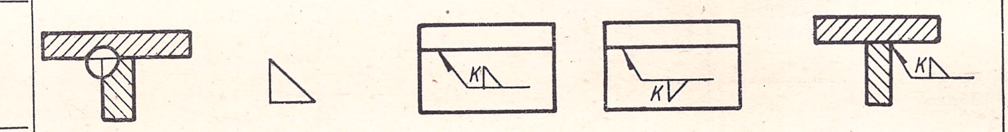
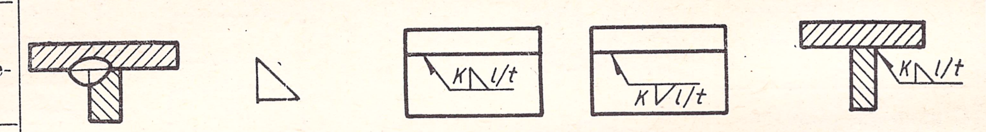
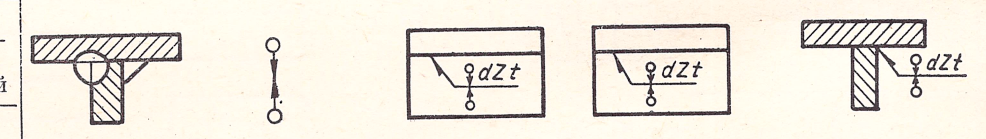
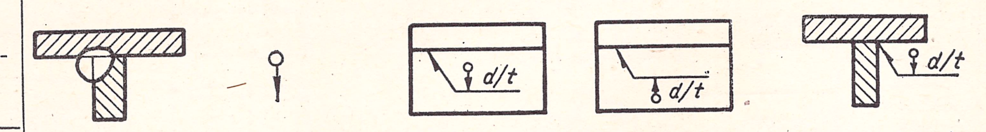
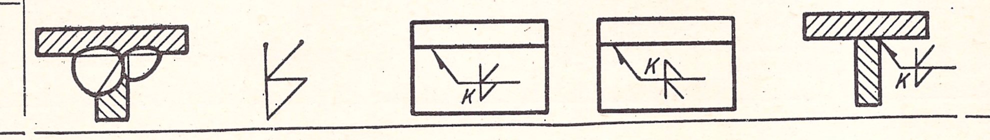
По форме поперечного сечения кромок различают швы без скоса кромок, с отбортовкой одной или двух кромок, с прямым скосом одной кромки, двух кромок, с криволинейным скосом двух кромок и т. д. В скобках указан условный знак типа шва. Характер подготовки кромок зависит от требований к прочности шва и от толщины свариваемого материала.

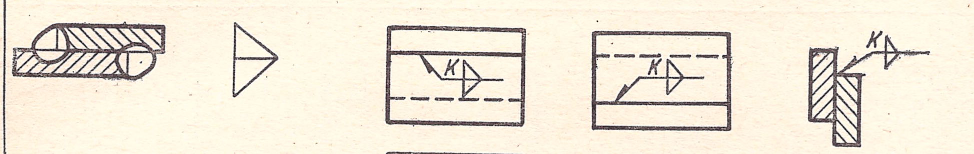
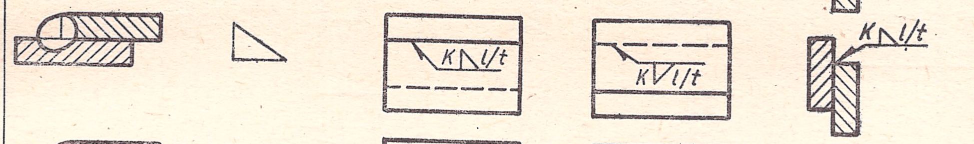
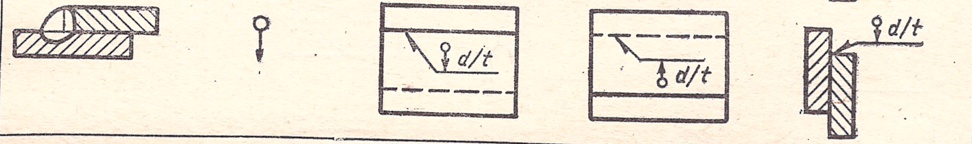
Таблица 30

Вид соединения	Форма поперечного сечения сварного соединения	Условный графический знак	Условное изображение шва на чертеже: лицевой стороны вида	обратной стороны вида	в разрезе
Стыковое: одностороннее					
двухстороннее					
Угловое: одностороннее без скоса кромок					
двухстороннее без скоса кромок					

Примеры условного изображения швов сварных соединений выполненных сваркой — плавлением (газовой, дуговой электросваркой и др. по ГОСТ 2.312—68)

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения сварного шва	Условный графический знак	Условное изображение шва на чертежах: на виде — лицевая сторона	на виде — обратная сторона	в разрезе	№ примера
Стыковые (С)	С отбортовкой двух кромок	Односторонний						1
	С отбортовкой одной кромки	Односторонний						2
	Без скоса кромок	Односторонний						3
		Односторонний на съемной прокладке						4
		Односторонний на остающейся подкладке						5
	Со скосом одной кромки	Двухсторонний						6
		Односторонний						7
	Со скосом двух кромок	Двухсторонний						8
		Односторонний						9
	С криволинейным скосом одной кромки	Односторонний						10
	С криволинейным скосом двух кромок	Односторонний						11
		Односторонний на оставшейся подкладке						12

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения сварного шва	Условный графический знак	Условное изображение шва на чертежах: на виде — лицевая сторона	на виде — обратная сторона	в разрезе	№ примера
Стыковые (С)	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двухсторонний						13
Угловое (У)	С отбортовкой одной кромки	Односторонний						14
Угловое (У)	Без скоса кромок	Двухсторонний						15
Угловое (У)	Без скоса кромок	Односторонний						16
Угловое (У)	Без скоса кромок	Двухсторонний						17
Угловое (У)	С двумя скосами одной кромки	Двухсторонний						18
Угловое (У)	Со скосом двух кромок	Односторонний						19
Тавровое (Т)	Без скоса кромок	Двухсторонний прерывистый						20
Тавровое (Т)	Без скоса кромок	Односторонний						21
Тавровое (Т)	Без скоса кромок	Односторонний прерывистый						22
Тавровое (Т)	Без скоса кромок	Двухсторонний точечный шахматный						23
Тавровое (Т)	Без скоса кромок	Односторонний точечный						24
Тавровое (Т)	Со скосом одной кромки	Двухсторонний						25

Вид соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения сварного шва	Условный графический знак	Условное изображение шва на чертежах: на виде, лицевая сторона	на виде, обратная сторона	в разрезе	№ примера
Внахлестку (Н)	Без скоса кромок	Двухсторонний						26
		Односторонний						27
		Односторонний прерывистый						28
		Односторонний точечный						29

По характеру выполнения швы могут быть односторонними и двухсторонними. В табл. 30 показаны односторонние и двухсторонние швы стыковых и угловых соединений.

Различают также швы непрерывные и прерывистые, при которых сварка выполняется отдельными участками. В двухсторонних прерывистых швах провариваемые участки могут быть расположены в цепном порядке (рис. 337, *а*) или в шахматном (рис. 337, *б*). Буквой l обозначают длину провариваемого участка, а буквой t — шаг.

Изображение и обозначение сварных швов на чертежах. На чертежах соединений, выполненных сваркой, должно быть указано место расположения сварного шва, тип его, форма кромок, размеры и другие данные.

Рассмотрим условное изображение и условное обозначение сварных швов, принятое по стандарту.

Видимые сварные швы в продольном направлении изображаются на чертеже сплошной основной линией, совпадающей с линией контура детали, а невидимые швы изображаются штриховой линией (рис. 338).

При изображении сварного шва в поперечном сечении или разрезе, на чертеже указывается форма шва согласно табл. 31.

Для большей наглядности допускается изображать сварной шов параллельными короткими штрихами («ресничками»), перпендикулярными к линии шва. Высота штрихов — примерно 2 *мм* (рис. 337).

Стандарт устанавливает два вида условных обозначений швов сварных соединений: 1) основные обозначения и 2) дополнительные (буквенно-цифровые) обозначения.

Таблица 32

Виды и методы сварки	Буквенные обозначения
Газовая	Г
Дуговая электросварка	Э
Дуговая электросварка под флюсом	Ф
Дуговая электросварка в защитных газах	З
Электрошлаковая	Ш
Контактная	Кт
Ультразвуковая	Уз
Трением	Тр
Холодная	Х
Дуговая плазменная	Пз
Электроннолучевая	Эл
Диффузионная	Дф
Лазером	Лз
Взрывом	Вз
Индукционная	И
Газопрессовая	Гп
Термитная	Тм

Основные обозначения проставляются на чертежах и в других технических документах. Дополнительные условные обозначения рекомендуются при переписке.

Содержание основного условного обозначения можно представить так:

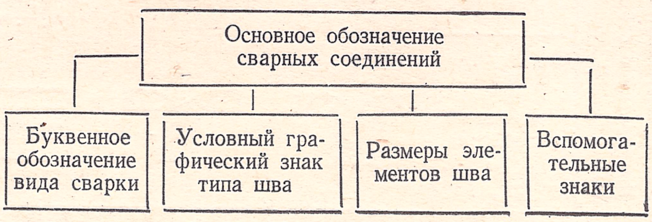


Таблица 33

Примеры условного изображения швов сварных соединений, выполненных сваркой давлением (контактной и др.)

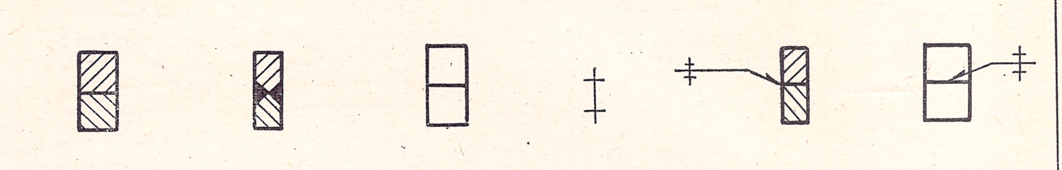
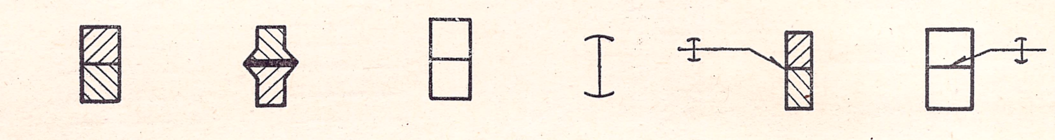
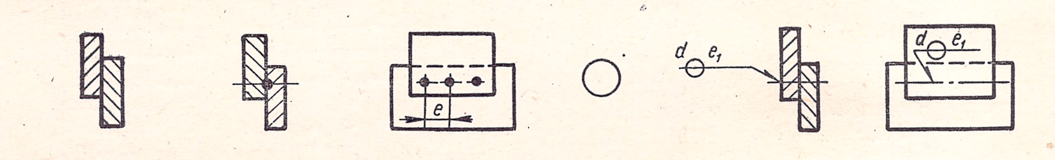
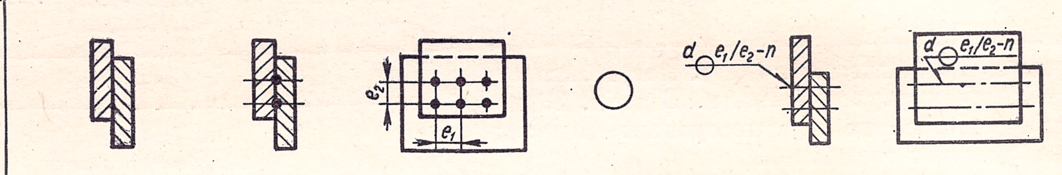
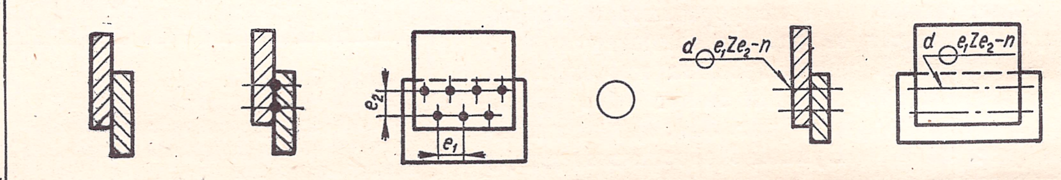
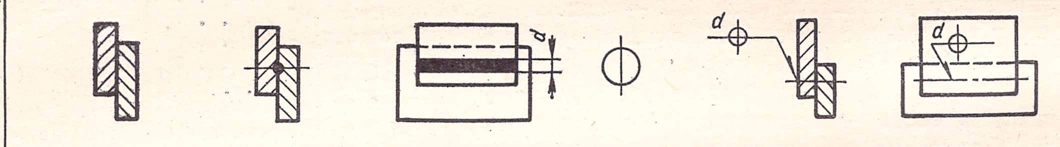
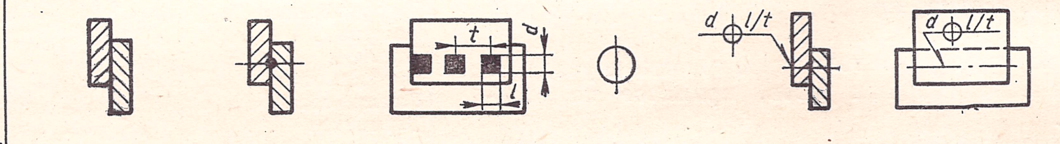
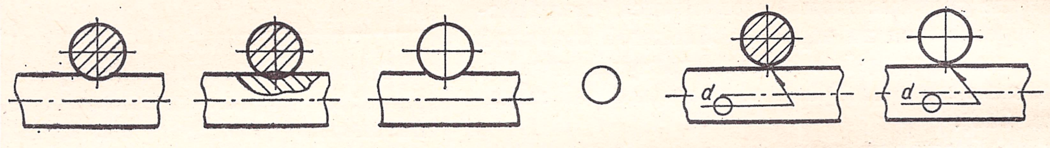
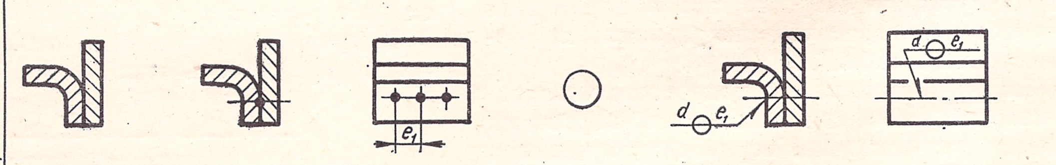
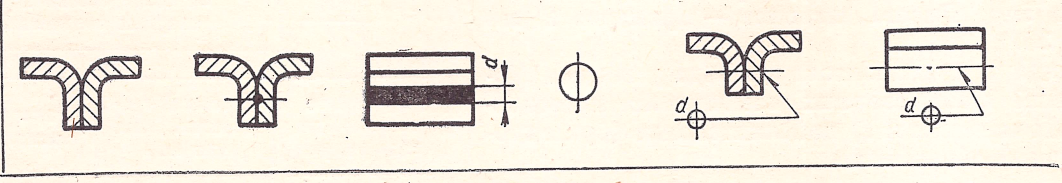
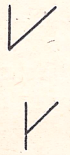
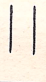
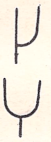
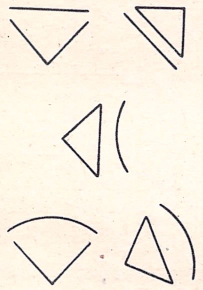
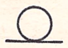
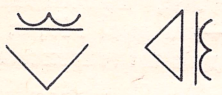
Вид соединения	Характер выполненного шва	Форма соединения: До сварки — В разрезе	Форма соединения: После сварки — В разрезе	Форма соединения: После сварки — На виде	Условный графический знак	Условное изображение шва на чертежах: В разрезе	Условное изображение шва на чертежах: На виде	№ примера
Стыковые (С)	С оплавлением кромок							1
Стыковые (С)	Без оплавления кромок							2
Внахлестку (Н)	Точечный однорядный							3
Внахлестку (Н)	Точечный многорядный							4
Внахлестку (Н)	Точечный шахматный							5
Внахлестку (Н)	Роликовый сплошной							6
Внахлестку (Н)	Роликовый прерывистый							7
Внахлестку (Н)	Точечный							8
Внахлестку с отбортовкой (Н)	Точечный однорядный							9
Внахлестку с отбортовкой (Н)	Роликовый сплошной							10

Таблица 34

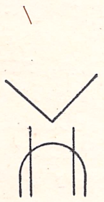
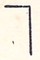
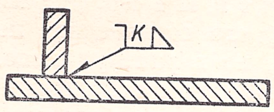
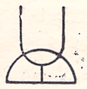
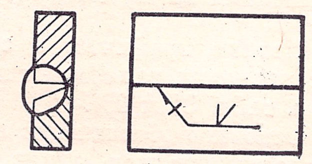
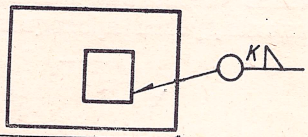
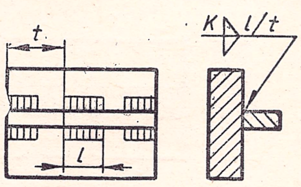
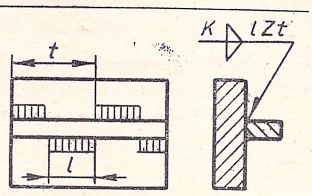
Основные знаки швов	Тип шва и указания по начертанию знака
	Шов с прямым скосом двух кромок. Угол между сторонами знака приблизительно 90°
	Шов с прямым скосом одной кромки. Угол между сторонами знака приблизительно 45°
	Шов без скоса кромок. Расстояние между штрихами равно приблизительно 1/2 высоты штриха
	Шов с криволинейным скосом двух и одной кромок. Расстояние между сторонами знака равно приблизительно 2/3 высоты знака
	Шов угловой односторонний. Равнобедренный прямоугольный треугольник

Знаки Y, V применяют для односторонних швов с притупленными кромками.

Таблица 35

Вспомогательные знаки швов	Применение	Изображение на чертежах
	Внешняя сторона шва соответственно плоская, вогнутая или выпуклая, без дополнительной механической обработки	
	Усиление шва снято до поверхности свариваемых кромок	
	Подрезы и неровности шва обработаны с плавным переходом к основному металлу	

Продолжения табл. 35

Вспомогательные знаки швов	Применение	Изображение на чертежах
	Кромки под сварку подготовлены электродуговой или газовой строжкой после сварки шва с другой стороны	
	Знак на полке линии-выноски обозначает, что шов выполняют при монтаже составных частей изделий	
	Корень шва вырублен или удален любым другим способом и снова сварен	
	При необходимости для обозначения швов со скосом одной кромки. Направление стрелки с поперечной чертой указывает на кромку, которая должна быть со скосом	
	При обозначении расположения шва по периметру	
	При обозначении прерывистого и точечного швов с цепным расположением	
	При обозначении прерывистого и точечного швов с шахматным расположением	

Рассмотрим каждый из элементов основного условного обозначения.

Буквенные обозначения вида сварки. С целью сокращения записей, различные виды сварки принято обозначать так, как в табл. 32.

Для швов, выполненных дуговой электросваркой, как наиболее распространенной, букву *Э* в основном обозначении не проставляют.

Перед буквенными обозначениями вида сварки проставляют буквенное обозначение способа выполнения сварки: *Р* — ручная, *П* — полуавтоматическая, *А* — автоматическая.

Между буквенными обозначениями вида и способа сварки ставят тире.

Условные графические знаки типов швов. Они характеризуют тип шва по виду его соединения, по форме подготовки кромок, по характеру выполнения шва.

Выборочно эти знаки приведены в табл. 31, 33. Высота знака на чертеже берется равной 4—7 *мм*.

Графические знаки выполняют тонкими линиями. Расстояние между смежными линиями знака должно быть не менее 0,8 *мм*. В табл. 34 приводятся основные, а в табл. 35 вспомогательные графические знаки.

Размеры элементов шва. При изображении на чертежах швов сварных соединений с указанием размеров всех конструктивных элементов шва, границу шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва — сплошными тонкими линиями.

Нанесение на чертеже обозначения сварного шва

Условные графические знаки швов в основном обозначении размещают на полках линий-выносок (см. табл. 31 и 33).

Основное обозначение шва сварного соединения проставляют над и под полкой линии-выноски, которую заканчивают односторонней стрелкой, указывающей месторасположение шва (рис. 339, *а*).

Линию-выноску, указывающую месторасположение швов, выполненных сваркой плавлением, рекомендуется проводить от видимых швов.

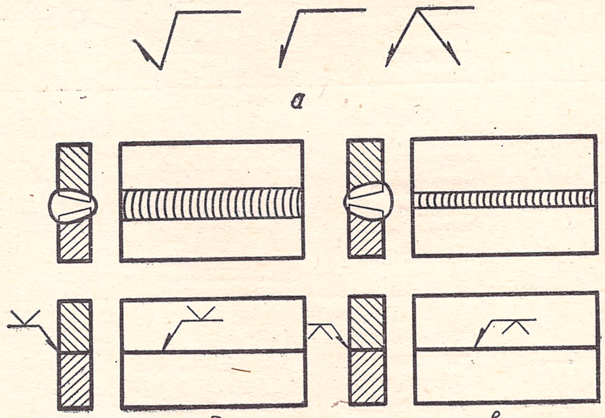


Рис. 339.

Обозначение шероховатости поверхности проставляют на линии-выноске.

Основные обозначения швов наносят:

а) над полкой, когда лицевая сторона шва расположена на той стороне соединения, на которой находится стрелка линии-выноски на чертеже (рис. 339, *б*);

б) под полкой, если лицевая сторона шва находится с противоположной стороны по отношению к стрелке линии-выноски на чертеже (рис. 339, *в*). Положение условного графического знака должно быть обычное при расположении его над полкой и перевернутое при расположении его под полкой.

В табл. 36 приводятся буквенные обозначения конструктивных элементов кромок и швов, а в табл. 31 и 33 даны примеры условного изображения швов сварных соединений.

По табл. 31 и 33 выполняются индивидуальные задания.

Основные обозначения швов сварных соединений

Знаки в основных обозначениях швов на чертежах проставляют в следующем порядке:

а) для швов стыковых соединений:

буквенное обозначение вида сварки; условный графический знак; толщина шва, *a*; длина шва *l*.

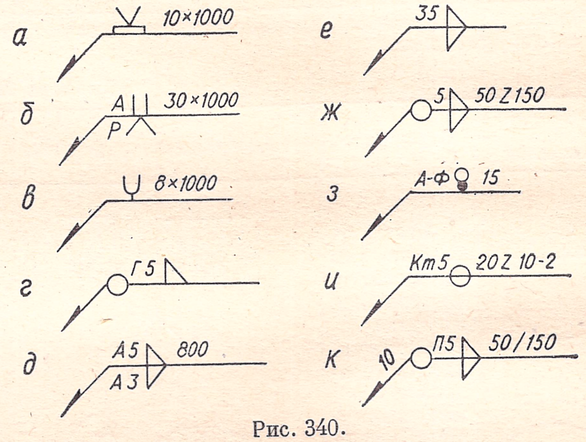


Рис. 340.

Пример обозначения одностороннего шва на остающейся подкладке со скосом двух кромок, выполненного дуговой электросваркой, толщиной шва 10 *мм* и длиной шва 1000 *мм*, подано на рис. 340, *а*;

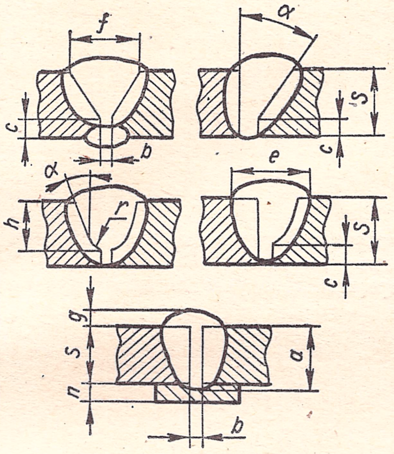
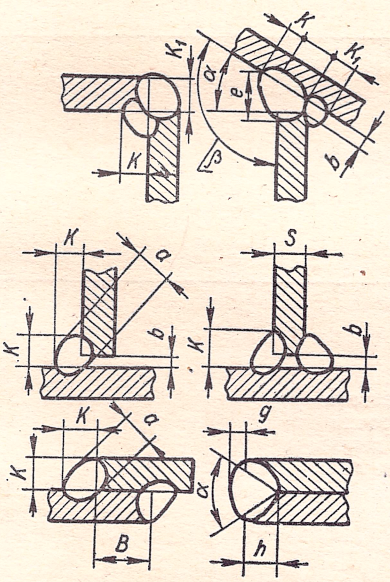
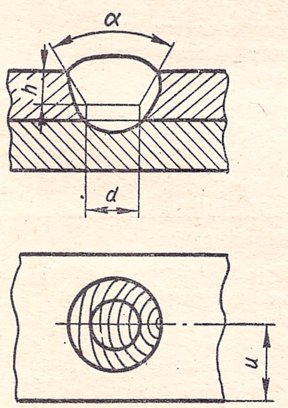
двухстороннего шва, выполненного автоматической дуговой электросваркой по ручной подварке, без скоса кромок, толщиной шва 30 *мм* и длиной шва 1000 *мм*, V-образным скосом кромок для ручной подварки — на рис. 340, *б*;

одностороннего стыкового шва с криволинейным скосом двух кромок, толщиной 8 *мм*, длиной 1000 *мм*, выполненного дуговой электросваркой — на рис. 340, *в*;

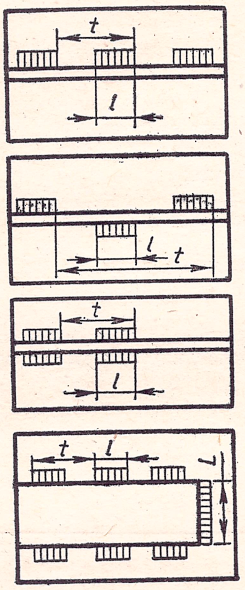
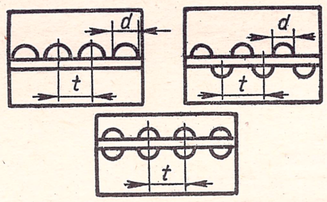
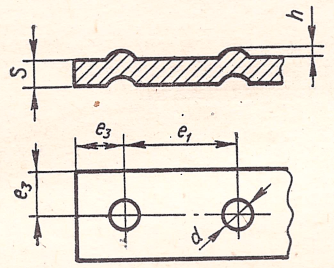
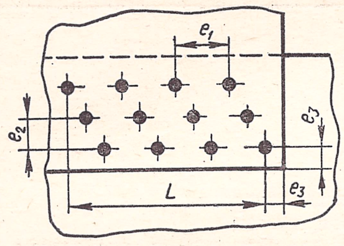
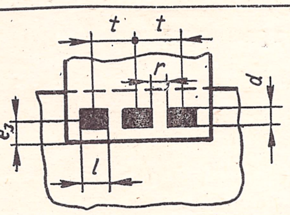
б) для швов угловых соединений:

буквенное обозначение вида сварки; катет шва *K*; условный графический знак; толщина шва *a*; длина шва *l*.

Таблица 36

Виды швов	Эскизы конструктивных элементов кромок и швов	Наименование конструктивных элементов кромок и швов	Буквенные обозначения
Швы стыковых соединений		Толщина свариваемых деталей Зазор между кромками Угол разделки кромок Величина притупления Глубина разделки кромок Ширина разделки Радиус закругления разделки Ширина шва Высота усиления Толщина подкладки Толщина шва (расчетная толщина свариваемых листов)	*s* *b* α *c* *h* *f* *r* *e* *g* *n* *a*
Швы угловых, тавровых соединений и соединений внахлестку		Катеты шва Длина нахлестки Угол раскрытия под сварку Угол соединения деталей Зазор между кромками Глубина разделки кромок Ширина шва Высота усиления Толщина шва (расчетный катет шва) Толщина свариваемых деталей	K, K_1 *B* α β *b* *h* *e* *g* *a* *s*
Швы соединений внахлестку с круглыми и удлиненными отверстиями или проплавлением		Угол раскрытия отверстия Глубина скоса кромок Диаметр или ширина шва с отверстием или проплавлением Расстояние от края листа	α *h* *d* *u*

Продолжение табл. 36

Виды швов	Эскизы конструктивных элементов кромок и швов	Наименование конструктивных элементов кромок и швов	Буквенные обозначения
Швы угловых, тавровых соединений и соединений внахлестку прерывистые и точечные		Длина провариваемого участка прерывистого шва Шаг прерывистого шва Длина непрерывистого участка шва	l t L
Швы угловых, тавровых соединений и соединений внахлестку прерывистые и точечные		Диаметр точки Шаг точечного шва	d t
Швы соединений внахлестку, выполненные контактной сваркой: Рельефные		Высота рельефа Диаметр точки Толщина детали Расстояние между рельефами Расстояние от края листа	h d s e_1 e_3
Швы соединений внахлестку, выполненные контактной сваркой: Точечные многорядные		Расстояние между точками Расстояние между рядами точек Расстояние от края листа Количество рядов точек Длина шва	e_1 e_2 e_3 n L
Швы соединений внахлестку, выполненные контактной сваркой: Роликовые прерывистые		Расстояние между двумя участками шва Длина проваренного участка Ширина роликового шва Шаг шва Расстояние от края листа до оси шва	z l d t e_3

Примечание. Буквенные обозначения конструктивных элементов подготовки кромок и швов, как правило, в обозначениях не проставляют. Вместо них указывают численные значения в миллиметрах.

Пример обозначения одностороннего шва без скоса кромок, катетом 5 *мм*, выполненного по замкнутому контуру газовой сваркой, дан на рис. 340, *г*; двухстороннего шва без скоса кромок, толщиной (расчетными катетами шва) 5 и 3 *мм*, выполненного автоматической электродуговой сваркой при длине шва 800 *мм* — на рис. 340, *д*; двухстороннего шва без скоса кромок, с катетами шва 5 *мм*, выполненного дуговой электросваркой в защитных газах,— на рис. 340, *е*.

в) для швов тавровых соединений:

буквенное обозначение вида сварки; катет шва K; условный графический знак; толщина шва a; длина провариваемого участка l прерывистых швов или диаметр точки d для точечных швов; знак, характеризующий взаимное расположение участков шва (вспомогательный знак); шаг прерывистого или точечного шва t.

Пример обозначения шва без скоса кромок, толщиной (расчетным катетом шва) 5 *мм*, при длине провариваемого участка 50 *мм* и шаге 150 *мм*, с шахматным расположением участков, выполненного по замкнутому контуру дуговой электросваркой, дан на рис. 340, *ж*.

г) для швов соединений внахлестку, выполненных в прорезном отверстии с проплавлением:

буквенное обозначение вида сварки; условный графический знак; диаметр отверстия или ширина прорези для швов с круглым или удлиненным отверстием, или ширина проплавления для швов с проплавлением d.

Пример обозначения одностороннего шва с проплавлением, при ширине проплавления 15 *мм*, выполненного автоматической дуговой электросваркой под флюсом, дан на рис. 340, *з*.

д) для швов соединений внахлестку, выполненных контактной сваркой:

буквенное обозначение вида сварки; диаметр точки для точечных швов или ширину шва для роликовых швов d; условный графический знак; расстояние между точками e_1 или длину проваренного участка роликового прерывистого шва l; знак, характеризующий взаимное расположение точек или участков (вспомогательный знак); расстояние между рядами точек или шаг прерывистого роликового шва t; количество рядов точек n.

Пример обозначения двухрядного одностороннего точечного шва, диаметром точки 5 *мм* и расстоянием между точками 20 *мм*, при шахматном расположении точек и расстоянии между рядами точек 10 *мм*, дан на рис. 340, *и*.

Примечания: 1. Цифровые значения величин a и l, d и l, K и l разделяют знаком умножения (×).
2. Цифровые значения величин e_2 и n разделяют знаком тире (—).

Обозначение нескольких сварных швов, одинаковых по типу и размерам, указывают один раз на полке линии-выноски, проведенной к одному из швов, с указанием на линии-выноске количества этих швов. Остальные швы отмечают только линиями-выносками.

Пример обозначения одного из 10 двухсторонних прерывистых швов таврового соединения без скоса кромок катетом шва 5 *мм*, при длине провариваемого участка 50 *мм* и шаге 150 *мм*, выполненных по замкнутому контуру полуавтоматической дуговой электросваркой дан на рис. 340, *к*.

Вопросы для самопроверки

1. Что называется сварным соединением и сварным швом?
2. Назовите виды сварных соединений в зависимости от расположения свариваемых деталей.
3. Какие вы знаете сварные швы по характеру выполнения?
4. Поясните, что означают буквы l и t для прерывистых швов?
5. Назовите два вида условных обозначений швов сварных соединений.
6. Какие буквенные обозначения применяются для обозначения различных видов сварки?
7. Какой шов считается видимым и какой невидимым? Где проставляют знаки, характеризующие видимый шов? невидимый шов?
8. Какие условные знаки проставляют для обозначения угловых сварных соединений? тавровых соединений?

Методические указания и задания к части III «Разъемные и неразъемные соединения деталей»

Задание III «Разъемные и неразъемные соединения деталей» студенты выполняют на двух листах.

На листе № 1 выполняют по размерам соответствующих стандартов чертежи следующих крепежных деталей: болта, гайки, шпильки, винта или шурупа, шайбы, шплинта, штифта, одну из соединительных деталей для трубопровода и шпонки.

Лист № 1 выполняется в карандаше на формате 12 (297 × 420). Это же задание можно выполнить на листе формата 22 (594 × 420) или каждую деталь вычертить на отдельных форматах 11 (297 × 210).

Образец выполнения первого листа третьего задания показан на рис. 341.

На листе № 2 вычерчивается по условным соотношениям следующее: болтовое соединение деталей, шпилечное соединение деталей, соединение деталей винтом, а также по размерам соответствующих ГОСТов шпоночное или шлицевое и трубное соединения. Кроме этого, на листе № 2 выполняются чертежи неразъемных соединений деталей: заклепочное соединение деталей и примеры швов сварного соединения.

Лист № 2 выполняется в карандаше на листе формата 22 (594 × 420). Это же задание можно выполнить на листе формата 24 (594 × 841) или каждое соединение вычертить на отдельных форматах 11 (297 × 210).

Образец выполнения второго листа третьего задания показан на рис. 342.

Индивидуальные задания по разделу «Разъемные и неразъемные соединения деталей» (для вычерчивания листов № 1 и 2 задания III) представлены в трех сериях (А, Б, В). В каждой серии имеется 10 вариантов.

Студенты экономических специальностей выполняют индивидуальные задания серии А.

Студенты технологических специальностей выполняют индивидуальные задания серии Б.

Студенты машиностроительных, приборостроительных и энергетических специальностей выполняют индивидуальные задания серии В.

Варианты заданий устанавливаются по последней цифре номера зачетной книжки.

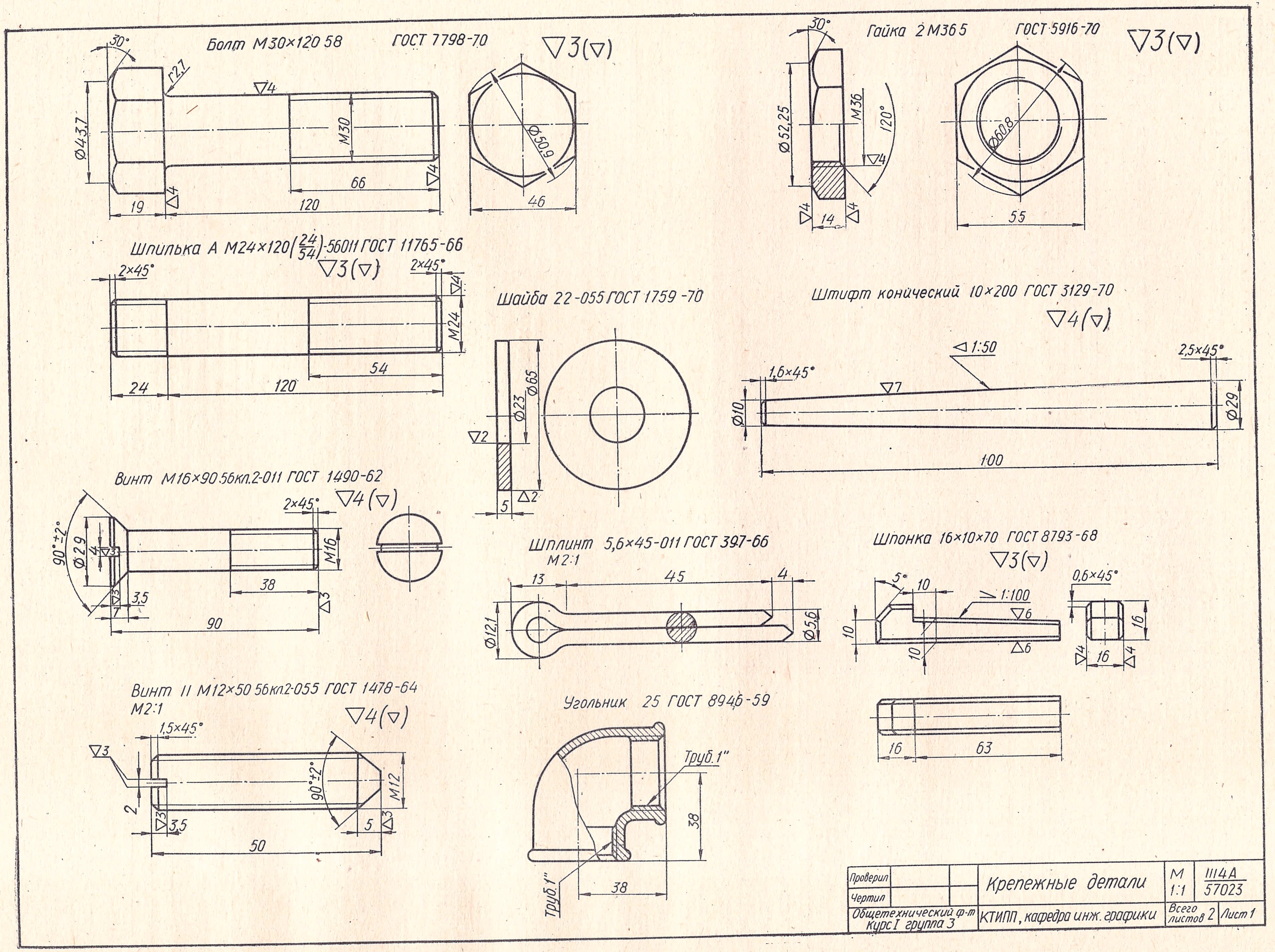
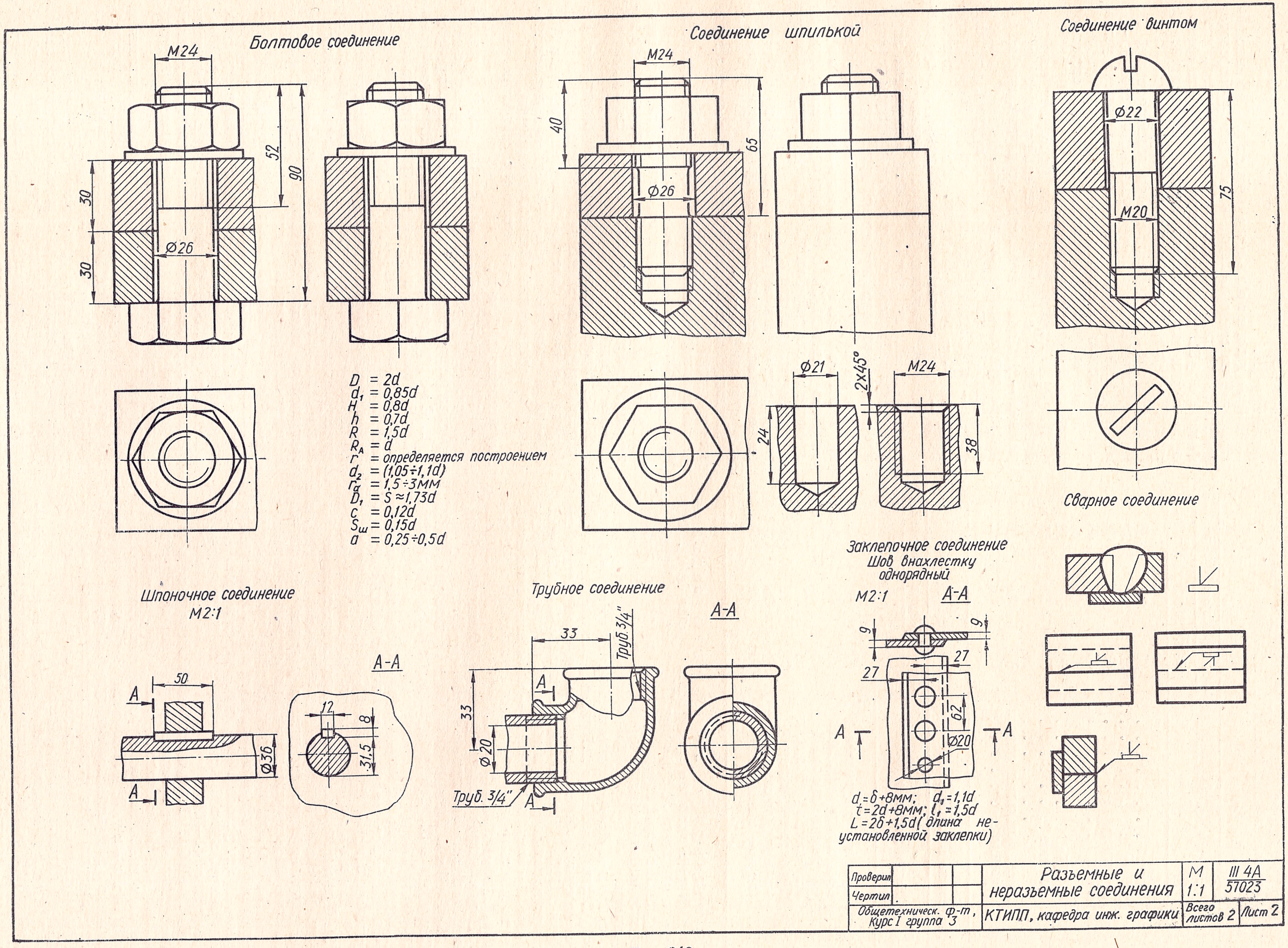

Болт М30×120 58 ГОСТ 7798-70
▽3(▽)
Гайка 2 М36 5 ГОСТ 5916-70
▽3(▽)
Шпилька А М24×120(24/54)-56011 ГОСТ 11765-66
▽3(▽)
Шайба 22-055 ГОСТ 1759-70
Штифт конический 10×200 ГОСТ 3129-70
▽4(▽)
Винт М16×90.56кл.2-011 ГОСТ 1490-62
▽4(▽)
Шплинт 5,6×45-011 ГОСТ 397-66
М2:1
Шпонка 16×10×70 ГОСТ 8793-68
▽3(▽)
Винт II М12×50 56кл2-055 ГОСТ 1478-64
М2:1
▽4(▽)
Угольник 25 ГОСТ 8946-59
Труб.1"
Проверил
Чертил
Общетехнический ф-т курс I группа 3
Крепежные детали
КТИПП, кафедра инж. графики
М 1:1
1114А 57023
Всего листов 2
Лист 1

Рис. 341.



Болтовое соединение
M24
52
90
30
30
Ø26
D = 2d
d₁ = 0,85d
H = 0,8d
h = 0,7d
R = 1,5d
R_A = d
r = определяется построением
d₂ = (1,05÷1,1d)
r_a = 1,5÷3мм
D₁ = S ≈1,73d
c = 0,12d
S_ш = 0,15d
a = 0,25÷0,5d
Соединение шпилькой
M24
40
65
Ø26
Ø21
2x45°
M24
24
38
Соединение винтом
Ø22
M20
75
Сварное соединение
Шпоночное соединение
M2:1
50
Ø36
A-A
12
8
31,5
Трубное соединение
33
Труб 3/4"
33
Ø20
Труб. 3/4"
A-A
Заклепочное соединение
Шов внахлестку
однорядный
M2:1
A-A
9
9
27
27
62
Ø20
d = δ+8мм; d₁ = 1,1d
t = 2d+8мм; l₁ = 1,5d
L = 2δ+1,5d (длина не-
установленной заклепки)
Проверил
Чертил
Разъемные и
неразъемные соединения
M
1:1
III 4A
57023
Общетехническ. ф-т,
Курс I группа 3
КТИПП, кафедра инж. графики
Всего листов 2
Лист 2

Рис. 342.

Ниже приводится указатель, по которому находятся данные для выполнения листов № 1 и 2 задания III.

1. Крепежные детали

№ пп	Наименование крепежных деталей	Серия А	Серия Б	Серия В
		№ табл.	№ табл.	№ табл.
1	Болт	37	38	39
2	Гайка	40	41	42
3	Шпилька	43	43	43
4	Винт	44	45	46
		47	48	49
5	Шайба	50	51	52
6	Шплинт	53	53	53
7	Штифт	54	55	56
8	Соединительная деталь	57	58	59
9	Шпонка	60	61	62

2. Разъемные и неразъемные соединения деталей

№ пп	Наименование соединений	Серия А	Серия Б	Серия В
		№ табл.	№ табл.	№ табл.
1	Болтовое соединение . .	63	63	63
2	Соединение шпилькой	64	64	64
3	Соединение винтом . .	65	66	67
4	Шпоночное соединение	68	69	70
5	Трубное соединение	71	72	73
6	Заклепочное соединение	74	75	76
7	Сварное соединение . .	77	77	77

Указания к выполнению задания III «Крепежные детали» (лист № 1). Для выполнения листа № 1 задания III необходимо повторить относящийся к этой теме теоретический материал (см. § 31); индивидуальные задания приведены в соответствующих таблицах.

1) Болт. Для вычерчивания болта по размерам ГОСТа следует ознакомиться с материалом, изложенным в § 31. Там же приведен пример выполнения чертежа болта по размерам ГОСТа. При выполнении чертежа болта проставляются не только размеры наружного диаметра d — болта, длины l — стержня и длины l_0 — нарезанной части стержня, но и остальные размеры болта, указанные в таблице индивидуальных заданий.

Над чертежом наносят условное обозначение болта. Индивидуальные задания см. в табл. 37—39.

2) Гайка. Вычерчивание гайки по размерам ГОСТа изложено в § 31. Там же приведен пример выполнения чертежа гайки.

Над чертежом наносят условное обозначение гайки и проставляют все размеры, указанные в таблице индивидуальных заданий (табл. 40—42).

3) Шпилька. Вычерчивание шпильки изложено в § 31. При выполнении чертежа шпильки проставляют размеры, указанные в таблице индивидуальных заданий, и над чертежом шпильки наносят условное обозначение шпильки. Индивидуальные задания берут из табл. 43.

4) Винт. Для вычерчивания винта необходимо ознакомиться с материалом, изложенным в § 31. Над чертежом винта наносят условное обозначение винта и проставляют все размеры, приведенные в таблице индивидуальных заданий (табл. 44—49).

5) Шайба. Вычерчивание шайбы изложено в § 31. На чертеже винта проставляют размеры, приведенные в таблице индивидуальных заданий (табл. 50—52). Над чертежом шайбы наносят ее условное обозначение.

6) Шплинт. В § 31 изложен материал, после ознакомления с которым можно приступить к выполнению чертежа шплинта. Над чертежом наносят условное обозначение шплинта и проставляют размеры, указанные в табл. 53 индивидуальных заданий.

7) Штифт. Ознакомившись со сведениями, изложенными в § 31, можно приступить к выполнению чертежа штифта. Размеры для выполнения чертежа штифта берут из табл. 54—56. Над чертежом наносят условное обозначение штифта.

8) Соединительные части. Для выполнения одной из соединительных частей для трубопроводов (фитинга) необходимо ознакомиться с материалом, изложенным в § 31. Над чертежом наносят условное обозначение соединительной части. Размеры проставляют по табл. 57—59 индивидуальных заданий.

9) Шпонка. Чертеж шпонки рассмотрен в § 31. Чертеж выполняют по размерам, указанным в табл. 60—62 индивидуальных заданий. Над чертежом наносят условное обозначение шпонки.

Чертеж листа № 1 ограничивают рамкой, отстоящей от линии обреза листа на 5 *мм*.

В правом нижнем углу рамки размещают основную надпись. Форма и содержание основной надписи принята учебная — удобная для выполнения первых заданий по техническому черчению (см. рис. 341).

В правой верхней графе основной надписи, цифровой индекс — числитель III, указывает, что выполнено третье задание, 4А — номер и серию задания, знаменатель 56923 — номер зачетной книжки. В графе, где проставлена буква М, указывают масштаб чертежа.

На рис. 341 представлен образец выполнения листа № 1 задания III, который может быть примером размещения на листе чертежей крепежных деталей.

Указания к выполнению задания III «Разъемные и неразъемные соединения» (лист № 2). С основными деталями, которые придется выполнять на этом листе, студенты уже знакомы по предыдущему чертежу.

Для выполнения задания III (лист № 2) необходимо также изучить теоретический материал, относящийся к этой теме (см. § 32—37).

Индивидуальные задания приведены в соответствующих таблицах.

На этом листе большинство соединений выполняется по условным соотношениям.

1. Болтовое соединение. Для вычерчивания болтового соединения необходимо ознакомиться с материалом, изложенным в § 32, и ответить на вопросы для самопроверки.

В § 32 описано построение болтового соединения, а в табл. 63 приведены варианты индивидуальных заданий. Образец выполнения болтового соединения на листе № 2 задания III показан на рис. 342. Над выполненным чертежом наносят надпись «Болтовое соединение».

На чертеже необходимо проставить следующие числовые размеры: d, H_1 и H_2.

На месте главного вида выполняется разрез фронтальной плоскостью, на виде слева — разрез профильной плоскостью и вид сверху, который приводится без разреза.

2. Соединение шпилькой. Соединение шпилькой выполняют по условным соотношениям. В § 33 дано описание этого соединения и приведен пример его выполнения.

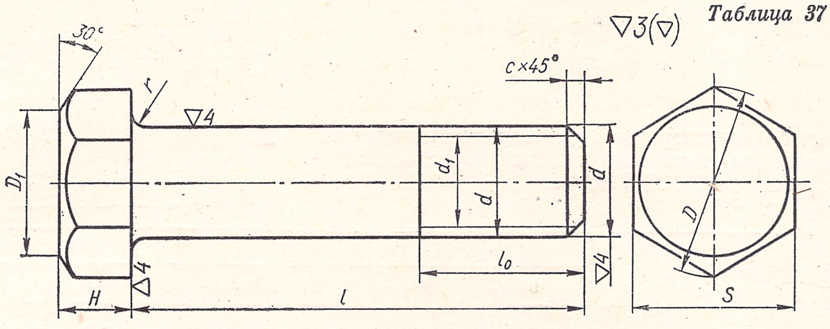
После ознакомления с теоретическим материалом ответов на вопросы для самопроверки сначала выполняется просверленное гнездо под шпильку, затем нарезанное гнездо под шпильку, после чего выполняют соединение шпилькой (см. образец выполнения соединения шпилькой на листе № 2 задания III, рис. 342).

Соединение шпилькой выполняют по размерам, указанным в табл. 64 индивидуальных заданий, а проставляют только числовые значения размеров диаметра шпильки, длины шпильки и диаметра отверстия верхней скрепляемой детали (рис. 342). На чертежах гнезда под шпильку проставляют: диаметр просверленного отверстия, диаметр нарезанного отверстия, длину просверленного отверстия и длину нарезанной части отверстия.

На главном виде соединения шпилькой выполняют фронтальный разрез, а виды слева и сверху выполняют без разрезов. Над выполненным чертежом наносят надпись «Соединение шпилькой».

3. Соединение винтом. Соединение винтом выполняют, ознакомившись с материалом, изложенным в § 34, и ответив на вопросы для самопроверки. Это соединение выполняют по размерам, указанным в табл. 65—67 индивидуальных заданий, а проставляют только число-

$\nabla 3(\nabla)$ *Таблица 37*



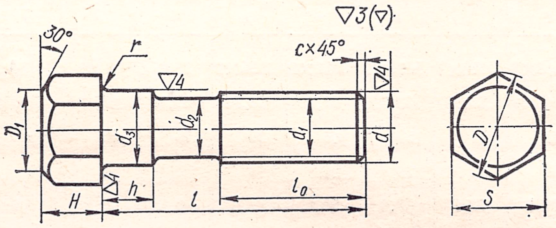
$D_1 \approx 0{,}95S$

Болты с шестигранной головкой (нормальной точности) по ГОСТ 7798—70

Серия А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M16	M20	M24	M30	M36	M20×1,5	M24×2	M30×2	M36×3	M42×3
d_1 внутренний	13,835	17,294	20,752	26,211	31,670	18,316	21,835	27,835	32,752	38,752
S	24	30	36	46	55	30	36	46	55	65
H	10	13	15	19	23	13	15	19	23	26
D не менее	26,5	33,3	33,6	50,9	60,8	33,3	39,6	50,9	60,8	72,1
$r \approx$	1	1	1,5	1,5	2	1	1,5	1,5	2	2
l_0	38	46	54	66	78	46	54	66	78	90
l	100	100	110	120	120	100	110	120	120	130
$c \approx$	1,8	2	2	2,5	3	2	2	2,5	3	3
t шаг резьбы	2	2,5	3	3,5	4	1,5	2	2	3	3

$\nabla 3(\nabla)$ *Таблица 38*



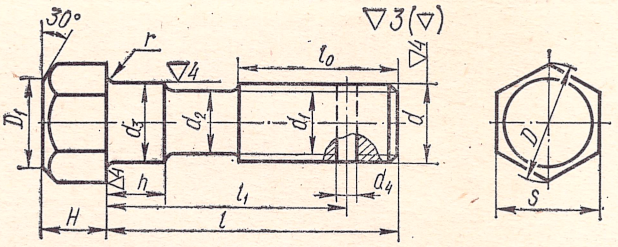
$D_1 \approx 0{,}95c$

Болты с шестигранной уменьшенной головкой и направляющим подголовком (нормальной точности) по ГОСТ 7795—70

Серия Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M16	M20	M24	M30	M36	M20×1,5	M24×2	M30×2	M36×3	M42×3
d_1 внутренний	13,835	17,294	20,752	26,211	31,670	18,376	21,835	27,835	32,752	38,752
S	22	27	32	41	50	27	32	41	50	60
H	9	11	13	17	20	11	13	17	20	23
D не менее	24,3	28,9	35	45,2	55,4	23,9	35	45,2	55,4	60,4
$r \approx$	1	1	1,5	1,5	2	1	1,5	1,5	2	2
l_0	38	46	54	66	78	46	54	66	78	90
l	100	100	110	120	120	100	110	120	120	130
h	8	10	12	15	18	10	12	15	18	21
$c \approx$	1,8	2	2	2,5	3	2	2	2,5	3	3
d_2	14,7	18,3	22	27,7	33,4	18,3	22	27,7	33,4	39
d_3	16	20	24	30	36	20	24	30	36	42
t шаг резьбы	2	2,5	3	3,5	4	1,5	2	2	3	3

Таблица 39



Болты с шестигранной уменьшенной головкой и направляющим подголовком (нормальной точности) по ГОСТ 7795—70

Серия В

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M16	M20	M24	M30	M36	M20×1,5	M24×2	M30×2	M36×3	M42×3
d_1 внутренний	13,835	17,294	20,752	26,211	31,670	18,376	21,835	27,835	32,752	38,752
S	22	27	32	41	50	27	32	41	50	60
H	9	11	13	17	20	11	13	17	20	23
D не менее	24,3	29,9	35	45,2	55,4	29,9	35	45,2	55,4	66,4
$r \approx$	1	1	1,5	1,5	2	1	1,5	1,5	2	2
l_0	38	46	54	66	78	46	54	66	78	90
l	100	100	110	120	120	100	110	120	120	130
h	8	10	12	15	18	10	12	15	18	21
$c \approx$	1,8	2	2	2,5	3	2	2	2,5	3	3
d_2	14,7	18,3	22	27,7	33,4	18,3	22	27,7	33,4	39
d_3	16	20	24	30	36	20	24	30	36	42
d_4	4	4	5	6,3	6,3	4	5	6,3	6,3	8
t шаг резьбы	2	2,5	3	3,5	4	1,5	2	2	3	3

Таблица 40

Гайки шестигранные (нормальной точности) по ГОСТ 5915—70

Серия А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M48×3	M42×3	M36×3	M30×2	M24×2	M48	M42	M36	M30	M24
d_1 внутренний	44,752	38,752	32,752	27,835	21,835	42,587	37,129	31,670	26,211	20,752
S	75	65	55	46	36	75	65	55	46	36
H	38	34	29	24	19	38	34	29	24	19
D не менее	83,4	72,1	60,8	50,9	39,6	83,4	72,1	60,8	50,9	39,6
t шаг резьбы	3	3	3	2	2	5	4,5	4	3,5	3

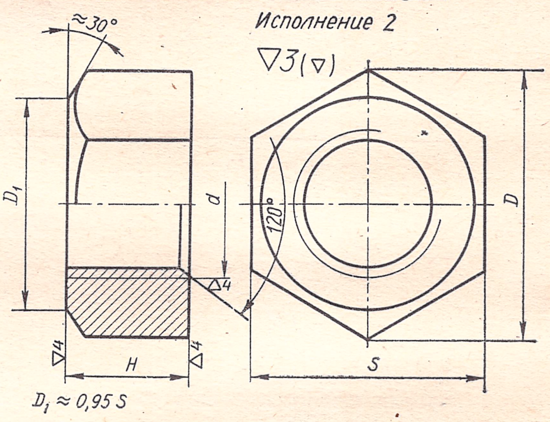


Таблица 41

Гайки шестигранные (нормальной точности) по ГОСТ 5915—70

Серия Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M48×3	M42×3	M36×3	M30×2	M24×2	M48	M42	M36	M30	M24
d_1 внутренний	44,752	38,752	32,752	27,835	21,835	42,587	37,129	31,670	26,211	20,752
S	75	65	55	46	36	75	65	55	46	36
H	38	34	29	24	19	38	34	29	24	19
D не менее	83,4	72,1	60,8	50,9	39,6	83,4	72,1	60,8	50,9	39,6
t шаг резьбы	3	3	3	2	2	5	4,5	4	3,5	3

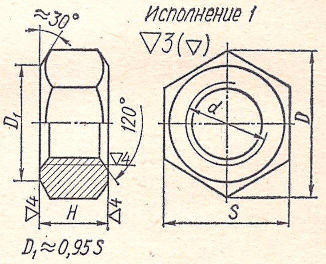


Таблица 42

Гайки шестигранные прорезные (нормальной точности) по ГОСТ 5918—70

Серия В

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M48×3	M42×3	M36×3	M30×2	M24×2	M48	M42	M36	M30	M24
d_1 внутренний	44,752	38,752	32,752	27,835	21,835	42,587	37,129	31,670	26,211	20,752
S	75	65	55	46	36	75	65	55	46	36
H	50	44	38	32	26	50	44	38	32	26
D не менее	86,5	75	63,5	53,1	41,6	86,5	75	63,5	53,1	41,6
Число прорезей	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
t	3	3	3	2	2	5	4,5	4	3,5	3

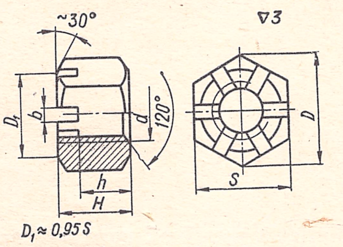
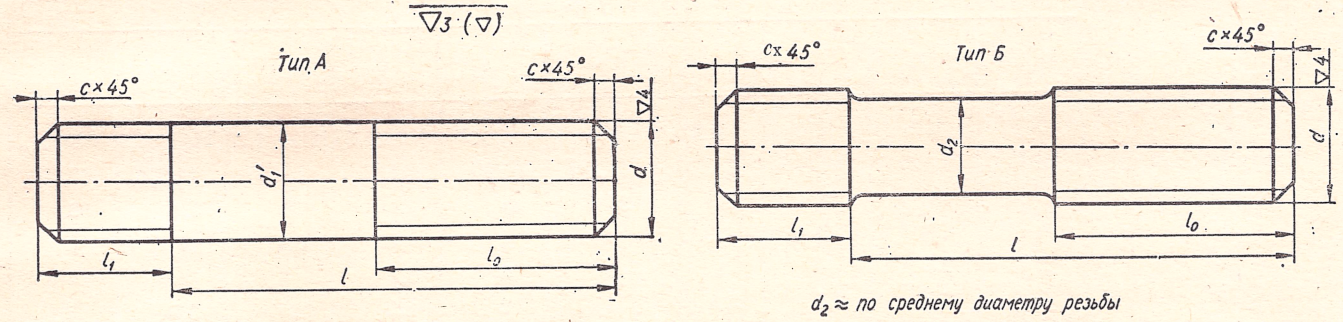


Таблица 43



$d_2 \approx$ по среднему диаметру резьбы

Шпильки (нормальной точности) по ГОСТ 11765—66

Серия А. Тип шпильки А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M20	M24	M30	M36	M42	M20×1,5	M24×2	M30×2	M36×3	M42×3
d_1 внутренний	17,294	20,752	26,211	31,670	37,129	18,376	21,835	27,835	32,752	38,752
d_1'	20	24	30	36	42	20	24	30	36	42
l_1	20	24	30	36	42	25	30	38	45	52
l_0	34	38	50	54	60	46	50	54	60	72
l	45	50	65	70	80	60	65	70	80	90
c не менее	2,5	2,5	2,5	3	3	2,5	2,5	2,5	3	3
t шаг резьбы	2,5	3	3,5	4	4,5	1,5	2	2	3	3

Серия Б. Тип шпильки Б

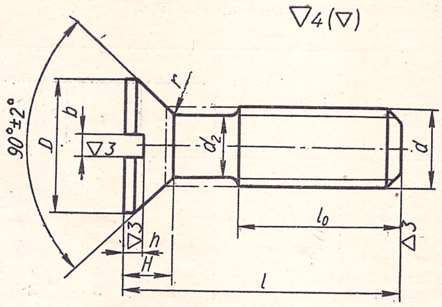
d	M20	M24	M30	M36	M42	M20×1,5	M24×2	M30×2	M36×3	M42×3
d_1 внутренний	17,294	20,752	26,211	31,670	37,129	18,376	21,835	27,835	32,752	38,752
$d_2 \approx$	18,3	22	27,7	33,4	39	19	22,7	28,7	34	40
l_1	25	30	38	45	52	25	30	38	45	52
l_0	34	38	50	54	60	46	50	54	60	72
l	45	50	65	70	80	60	65	70	80	90
c не менее	2,5	2,5	2,5	3	3	2,5	2,5	2,5	3	3
t шаг резьбы	2,5	3	3,5	4	4,5	1,5	2	2	3	3

Серия В

d	M42×3	M36×3	M30×2	M24×2	M20×1,5	M42	M36	M30	M24	M20
d_1 внутренний	38,752	32,752	27,835	21,835	18,376	37,129	31,670	26,211	20,752	17,294
d_2	40	34	28,7	—	—	—	33,4	27,7	—	18,3
d_1'	—	—	—	24	20	42	—	—	36	—
l_1	52	45	38	30	25	52	45	38	30	25
l_0	72	60	54	50	46	60	54	50	38	34
l	90	80	70	65	60	80	70	65	50	45
c не менее	3	3	2,5	2,5	2,5	3	3	2,5	2,5	2,5
Тип шпильки	Б	Б	Б	А	А	А	Б	Б	А	Б
t шаг резьбы	3	3	2	2	1,5	4,5	4	2	3	3

Таблица 44

▽4(▽)

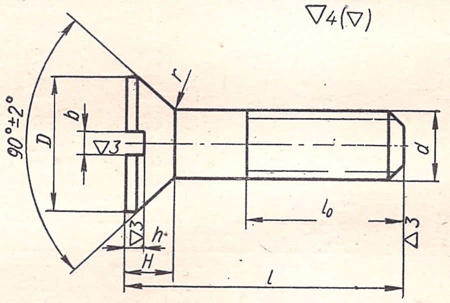


Винты с потайной головкой по ГОСТ 1490—62
Серия А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M8	M10	M12	M16	M20	M8×1	M10×1,25	M12×1,25	M16×1,5	M20×1,5
d_1 внутренний	6,647	8,376	10,106	13,835	17,294	6,918	8,647	10,647	14,376	18,376
D	15	18	22	29	36	15	18	22	29	36
H	4	4,8	5,6	7	9	4	4,8	5,6	7	9
b	2	2,5	3	4	4	2	2,5	3	4	4
h	2	2,5	2,5	3,5	4	2	2,5	2,5	3,5	4
r не более	0,25	0,3	0,4	0,5	0,5	0,25	0,3	0,4	0,5	0,5
l_0	30	26	30	38	46	22	35	30	38	46
l	30	40	45	55	70	40	35	65	70	90
t шаг резьбы	1,25	1,5	1,75	2	2,5	1	1,25	1,25	1,5	1,5

Таблица 45

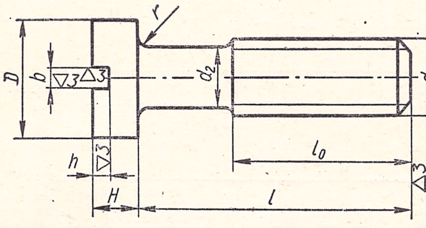
▽4(▽)

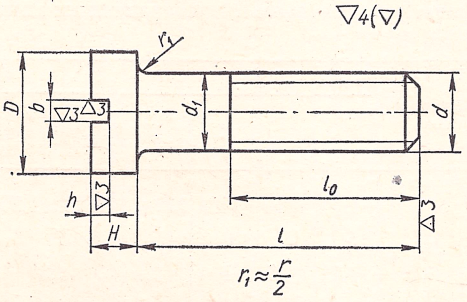


Винты с потайной головкой по ГОСТ 1490—62
Серия Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M20×1,5	M16×1,5	M12×1,25	M10×1,25	M8×1	M20	M16	M12	M10	M8
d_1 внутренний	18,376	14,376	10,647	8,647	6,918	17,294	13,835	10,106	8,376	6,647
D	36	29	22	18	15	36	29	22	18	15
H	9	7	5,6	4,8	4	9	7	5,6	4,8	4
b	4	4	3	2,5	2	4	4	3	2,5	2
h	4	3,5	2,5	2,5	2	4	3,5	2,5	2,5	2
r не более	1	1	0,8	0,6	0,5	1	1	0,8	0,6	0,5
l_0	46	38	30	35	22	46	38	30	26	30
l	90	70	65	75	40	70	55	45	40	65
t шаг резьбы	1,5	1,5	1,25	1,25	1	2,5	2	1,75	1,5	1,25
d_2	19	15	11,2	9,2	7,3	18,4	14,7	10,9	9	7,2

Таблица 46





Винты с цилиндрической головкой по ГОСТ 1491—62
Серия В

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M8	M10	M12	M16	M20	M8×1	M10×1,25	M12×1,25	M16×1,5	M20×1,5
d_1 внутренний	6,647	8,376	10,106	13,835	17,294	6,918	8,647	10,647	14,376	18,376
D	12,5	15	18	24	30	12,5	15	18	24	30
H	5	6	7	9	11	5	6	7	9	11
b	2	2,5	3	4	4	2	2,5	3	4	4
h	2,5	3	3,5	4	4,5	2,5	3	3,5	4	4,5
r не более	0,5	0,6	0,8	1	1	0,5	0,6	0,8	1	1
l_0	25	26	30	38	46	25	26	30	38	46
l	30	40	50	70	90	30	40	50	70	90
t шаг резьбы	1,25	1,5	1,75	2	2,5	1	1,25	1,25	1,5	1,5
d_2	—	9	10,9	14,7	18,4	7,3	9,2	11,2	15	19

Таблица 47

Винты установочные с коническим концом по ГОСТ 1476—64
Серия А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M6	M8	M10	M12	M8×1	M10×1,25	M12×1,25	M10	M12	M8
b	1	1,2	1,6	2	1,2	1,6	2	1,6	2	1,2
h	2	2,5	3	3,5	2,5	3	3,5	3	3,5	2,5
c	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
l_1	2,5	3	4	5	3	4	5	4	5	3
l	30	40	45	50	35	40	45	35	40	35

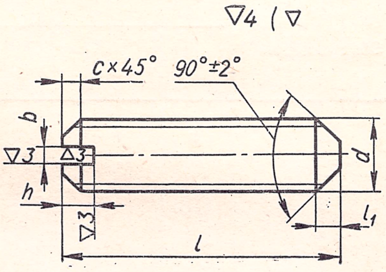


Таблица 48

Винты установочные с плоским концом по ГОСТ 1478—64
Серия Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M6	M8	M10	M12	M8×1	M10×1,25	M12×1,25	M8	M10	M12
d_1	4,5	6	7	9	6	7	9	6	7	9
b	1	1,2	1,6	2	1,2	1,6	2	1,2	1,6	2
h	2	2,5	3	3,5	2,5	3	3,5	2,5	3	3,5
$c \approx$	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
r не более	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
l_1	4	5	6	7	5	6	7	5	6	7
l	20	25	30	35	30	35	40	35	40	50

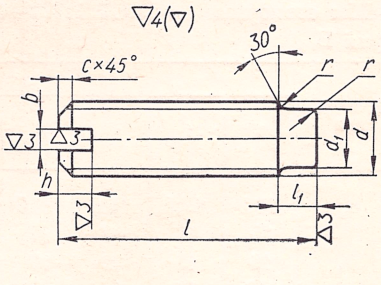


Таблица 49

Винты установочные с засверленным концом по ГОСТ 1479—46

Серия В

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	М8	М10	М12	М8×1	М10×1,25	М12×1,25	М8	М10	М12	М10×1,25
d_1	5	7	9	5	7	9	5	7	9	7
b	1,2	1,6	2	1,2	1,6	2	1,2	1,6	2	1,6
h	2,5	3	3,5	2,5	3	3,5	2,5	3	3,5	3
c	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
l	25	30	35	40	45	50	30	35	50	50

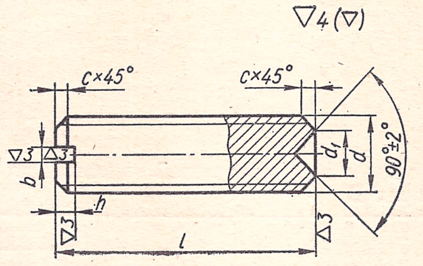


Таблица 50

Шайбы увеличенные по ГОСТ 6958—68

Серия А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	6,4	8,4	10,5	13	15	17	19	21	23	25
D	18	24	30	36	42	48	55	60	65	70
S	1,6	2	3	3	3	4	4	5	5	6

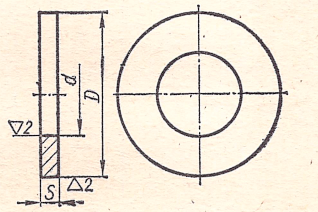


Таблица 51

Шайбы упорные по ГОСТ 11648—65

Серия Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	5	7	9	12	15	5	7	9	12	15
D	12	15	18	24	30	12	15	18	24	30
S	0,8	1	1,2	1,2	1,6	0,8	1	1,2	1,2	1,6
B	5,5	8	10	13	16	5,5	8	10	13	16
b	4,4	6,2	8	10,8	13,5	4,4	6,2	8	10,8	13,5
r	4,4	5,6	6,8	9,5	12	4,4	5,6	6,8	9,5	12
r_1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

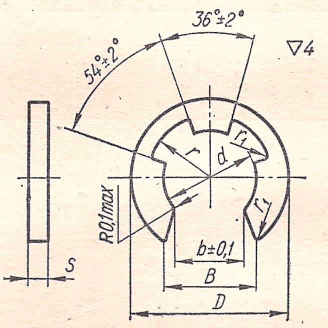


Таблица 52

Шайбы стопорные по ГОСТ 11872—66

Серия В

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1	10,5	12,5	16,5	20,5	24,5	30,5	36,5	42,5	48,5	57
D	26	28	32	37	44	50	58	67	77	87
D_1	16	18	22	27	33	39	45	52	60	70
b	3,8	3,8	4,8	4,8	4,8	4,8	5,8	5,8	7,8	7,8
h	7	9	13	17	20,5	26,5	32,5	38	44	51,5
r	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8
S	1	1	1	1	1	1	1,6	1,6	1,6	1,6

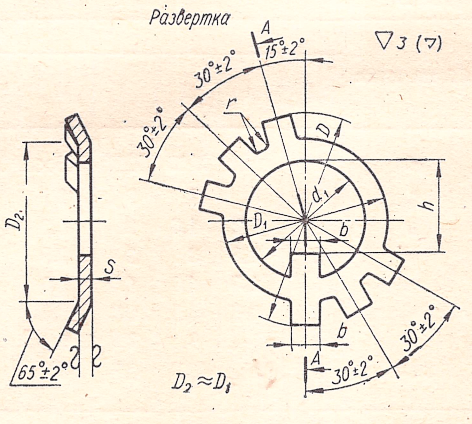
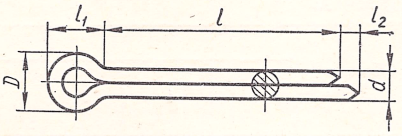


Таблица 53

Шплинты по ГОСТ 397—66
Серии А, Б и В



Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	2	2,7	3,5	4,5	5,6	7,5	9,5	12	15	19
D	4,5	5,95	7,55	9,5	12,1	15	19	23,5	30	38
$l_1\approx$	5	6,3	8	10	13	16	20	25	32	40
l_2	2,5	4	4	4	4	4	6	6	6	6
l	16	20	28	40	45	50	70	100	140	180
d_0	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13	16	20

Таблица 54

Штифты конические по ГОСТ 3129—70
Серия А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	6	8	10	12	16	20	25	32	12	16
c	1	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3	4	1,8	2
l	70	80	90	100	110	80	90	100	70	80

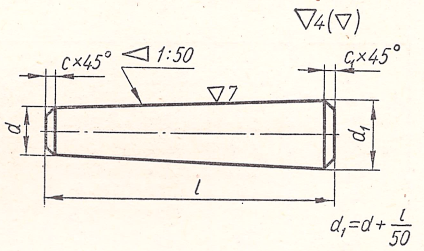


Таблица 55

Штифты конические по ГОСТ 9464—70
Серия Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	6	8	10	12	16	20	25	32	12	16
d_0	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M8	M10
c	1	1,2	1,6	1,6	2	2,5	3	4	1,6	2
c_1	0,5	0,7	0,7	1	1	1,6	1,6	2	1	1
l_1	8	9	10	12	16	18	24	30	12	16
l_2	10	12	14	16	20	25	30	40	16	20
l	50	60	70	80	90	90	100	110	60	70

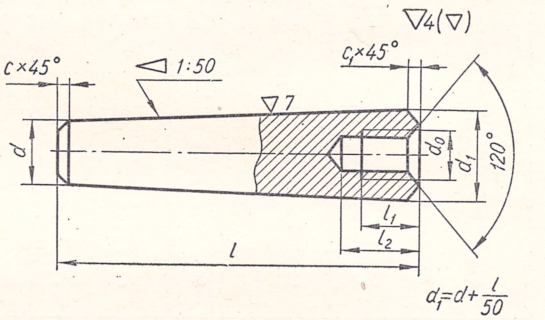


Таблица 56

Штифты конические по ГОСТ 9465—60
Серия В

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	4	5	6	8	10	12	6	8	10	12
d_3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M6	M8	M10	M12
d_4	2,5	3,5	4,5	6	7,0	9	4,5	6	7,0	9
c	0,6	0,8	1	1,2	1,6	1,6	1	1,2	1,6	1,6
r не более	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,4	0,5	0,6	0,8
r_1 не более	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,6	0,4	0,4	0,5	0,6
l_0	8	10	12	16	20	25	12	16	20	25
l_1	1,5	1,5	1,5	2	2	3	1,5	2	2	3
l	16	20	25	32	40	50	25	32	40	50
L	36	40	50	60	80	90	45	55	70	100

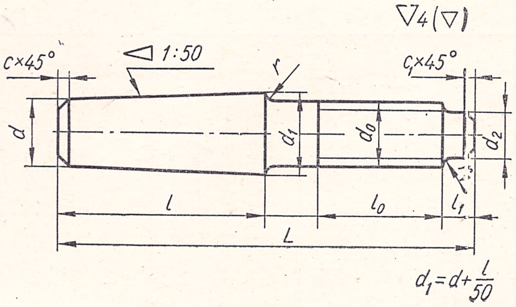


Таблица 57

Угольники прямые по ГОСТ 8946—59

Серия А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	13,158	16,663	20,956	26,442	33,250	41,912	47,805	59,616	33,250	41,912
d, Труб."	$^1/_4$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$	2	1	$1^1/_4$
L	21	25	28	33	38	45	50	58	38	45
l	9	10	12	13,5	15	17	19	21	16	18
S	2,5	2,5	2,8	3	3,3	3,6	4	4,5	3,3	3,6
S_1	3	3	3,5	3,5	4	4	4	4,5	4	4
d_1	13,5	17	21,5	27	34	42,5	48,5	60,5	34	42,5
b	3	3	3,5	4	4	4	4	5	4	4
h	2	2	2	2,5	2,5	3	3	3,5	2,5	3
c	1,5	1,5	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

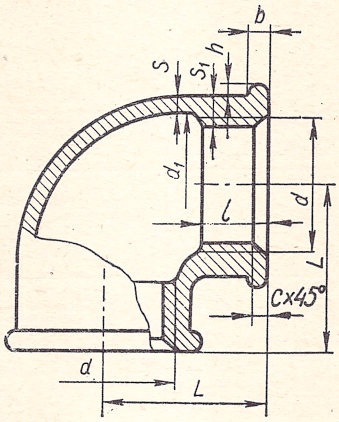


Таблица 58

Тройники с двумя переходами по ГОСТ 8950—59

Серия Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1	26,442	26,442	33,250	33,250	41,912	41,912	47,805	26,442	33,250	41,912
d_1, Труб."	$^3/_4$	$^3/_4$	1	1	$1^1/_4$	$1^1/_4$	$1^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_4$
$d^0/_1$	27	27	34	34	42,5	42,5	48,5	27	34	42,5
S_1	4,4	4,4	5,2	5,2	5,4	5,4	5,8	4,4	5,2	5,4
h_1	2,5	2,5	3	3	3	3	3,5	2,5	3	3
b_1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
c_1	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2,5	2,5
L_1	30	33	32	35	36	40	42	33	32	36
L_2	31	33	34	36	41	42	46	33	34	41
L_3	28	31	30	33	35	38	40	31	30	35
d_2	20,956	26,442	20,956	26,442	26,442	33,250	33,250	26,442	20,956	26,442
d_2, Труб."	$^1/_2$	$^3/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$	$^3/_4$	1	1	$^3/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$
d_{02}	21,5	27	21,5	27	27	34	34	27	21,5	27
S_2	4,2	4,4	4,2	4,4	4,4	5,2	5,2	4,4	4,2	4,4
h_2	2	2,5	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2,5
b_2	3,5	4	3,5	4	4	4	4	4	3,5	4
c_2	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2	2	2
d_3	20,956	20,956	26,442	26,442	33,250	33,250	41,912	20,956	26,442	33,250
d_3, Труб."	$^1/_2$	$^1/_2$	$^3/_4$	$^3/_4$	1	1	$1^1/_4$	$^1/_2$	$^3/_4$	1
d_{03}	21,5	21,5	27	27	34	34	42,5	21,5	27	34
S_3	4,2	4,2	4,4	4,4	5,2	5,2	5,4	4,2	4,4	5,2
h_3	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	2	2,5	2,5
b_3	3,5	3,5	4	4	4	4	4	3,5	4	4
c_3	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2	2	2,5
S	2,8	2,8	3	3	3,3	3,3	4	2,8	3	3

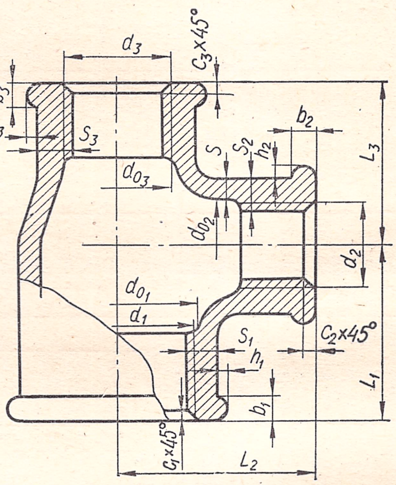


Таблица 59

Муфты по ГОСТ 8955—59

Серия В

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	13,158	16,663	20,956	26,442	33,250	41,912	47,805	20,956	26,442	33,250
d, Труб."	$^1/_4$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^3/_4$	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$	$^1/_2$	$^3/_4$	1
число ребер	2	2	2	2	4	4	4	2	2	4
L	27	30	36	39	45	50	55	36	39	45
S	3,5	3,5	4,2	4,4	5,2	5,4	5,8	4,2	4,4	5,2
b	3	3	3,5	4	4	4	4	3,5	4	4
b_1	2	2	2	2	2,5	2,5	3	2	2	2,5
b_2	3,5	3,5	4	4	4,5	5	5	4	4	4,5
h	2	2	2	2,5	2,5	3	3	2	2,5	2,5
c	1,5	1,5	2	2	2	2	2,5	2	2	2

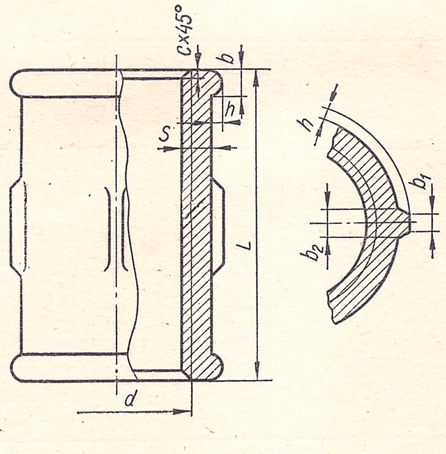


Таблица 60

Шпонки клиновые по ГОСТ 8793—68

Серия А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
b	25	20	18	16	14	12	10	25	20	18
h	14	12	11	10	9	8	8	14	12	11
h_1	22	20	18	16	14	12	12	22	20	18
c	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6
l	110	100	90	80	70	80	80	100	110	90

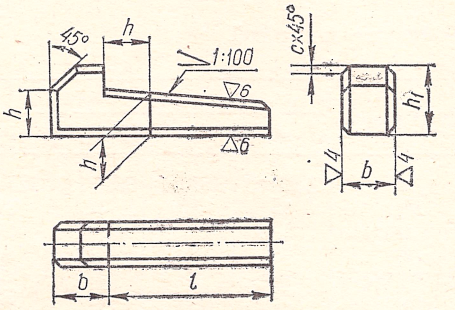


Таблица 61

Шпонки клиновые по ГОСТ 8792—68

Серия Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
b	25	20	18	16	14	12	10	25	20	18
h	14	12	11	10	9	8	8	14	12	11
c	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6
l	110	100	90	80	100	90	80	100	90	80

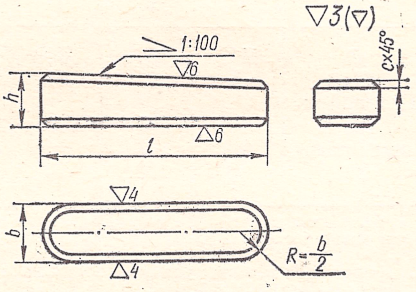


Таблица 62

Шпонки призматические по ГОСТ 8790—68

Серия В

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
b	45	40	36	32	28	25	20	18	16	14
h	25	22	20	18	16	14	12	11	10	9
h_1	8	8	7	7	5,5	5,5	4,5	4,5	4,5	4
d	М12	М12	М10	М10	М8	М8	М6	М6	М6	М5
d_1	13	13	11	11	9	9	6,6	6,6	6,6	5,5
d_2	19	19	17	17	14	14	11	11	11	9,5
c	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
l	125	110	100	90	80	80	70	70	70	70
l_1	75	66	60	54	48	48	40	40	40	40
l_2	62	55	50	45	40	40	35	35	35	35
l_3	25	22	20	18	16	16	15	15	15	15

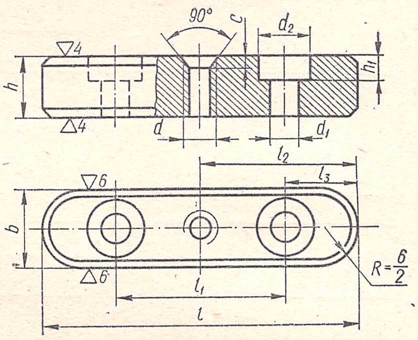


Таблица 63

Болтовое соединение

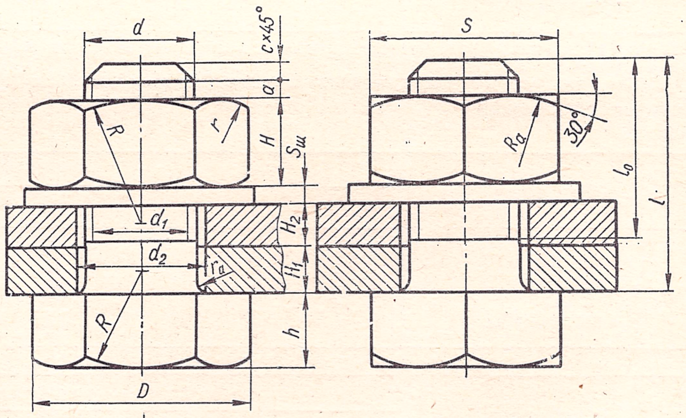
Серия А, Б и В

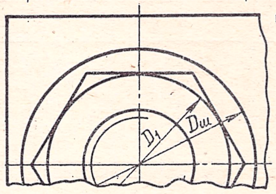
Обозначения	Варианты				
	0	1	2	3	4
d	М16	М20	М24	М30	М36
H_1	28	36	40	45	48
H_2	24	28	28	32	36
t шаг резьбы	2	2,5	3	3,5	4

Продолжение табл. 63

Обозначения	Варианты				
	5	6	7	8	9
d	М20×1,5	М24×2	М30×2	М36×3	М42×3
H_1	28	36	40	45	50
H_2	28	30	28	32	40
t шаг резьбы	1,5	2	2	3	3

Примечание. На этом чертеже проставляют числовые значения размеров d, H_1, H_2.





$D = 2d$
$d_1 = 0{,}85d$
$H = 0{,}8d$
$h = 0{,}7d$
$R = 1{,}5d$
$R_A = d$
$d_2 = 1{,}05 \div 1{,}1d$
$r_a = 1{,}5 \div 3$ мм

$D_1 = S \approx 1{,}73d$
$c = 1/8\ 0{,}12d$
$S_ш = 0{,}15d$
$a \approx 0{,}25 \div 0{,}5d$
$l_0 \approx 2d + 6$ мм при l до 150 мм
$2d + 12$ мм при $l > 150$ мм
$l = H_1 + H_2 + S_ш + H + a + c$
r — определяется построением

Таблица 64

Соединение шпилькой

Серия А, Б и В

Обозначения	Варианты				
	0	1	2	3	4
d	M42×3	M36×3	M30×2	M24×2	M20×1,5
H_2	45	33	31	38	34
Тип шпильки	Б	Б	Б	А	Б
t шаг резьбы	3	3	2	2	1,5
l	90	80	70	70	60

Продолжение табл. 64

Обозначения	Варианты				
	5	6	7	8	9
d	M42	M36	M30	M24	M20
H_2	45	33	31	38	34
Тип шпильки	А	Б	А	А	Б
t шаг резьбы	4,5	4	3,5	3	2,5
l	90	80	70	70	60

Примечания: 1) На чертеже проставить числовые значения размеров d, l и диаметра верхней присоединяемой детали.

2) Данные для подсчета размеров шпильки и гнезда под шпильку берут по рис. 309 и 310.

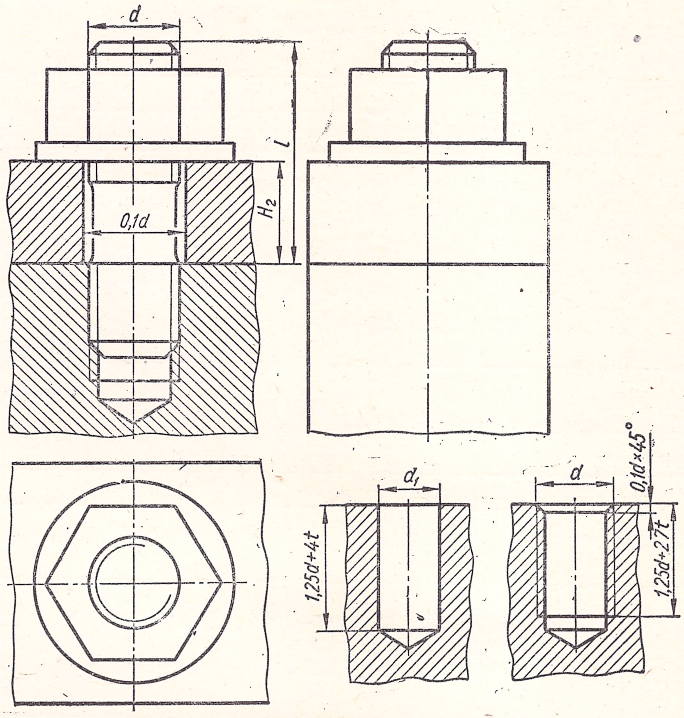


Таблица 65

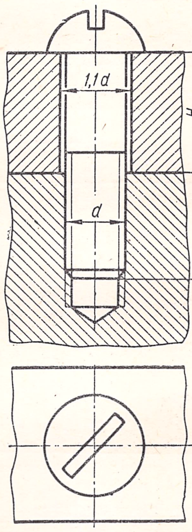
Винтовое соединение

Серия А

Обозначения	Варианты				
	0	1	2	3	4
d	M20×1,5	M16×1,5	M12×1,25	M10×1,25	M8×1
H_2	40	34	26	24	20
l	70	60	55	50	45
t шаг резьбы	1,5	1,5	1,25	1,25	1

Продолжение табл. 65

Обозначения	Варианты				
	5	6	7	8	9
d	M20	M16	M12	M10	M8
H_2	42	40	38	30	25
l	80	75	70	60	50
t шаг резьбы	2,5	2	1,75	1,5	1,25



Примечания: 1) На чертеже проставить числовые значения размеров d, l и диаметра присоединяемой детали.

2) Данные для подсчета размеров винта и гнезда берут по рис. 313 и 314, а.

Таблица 66

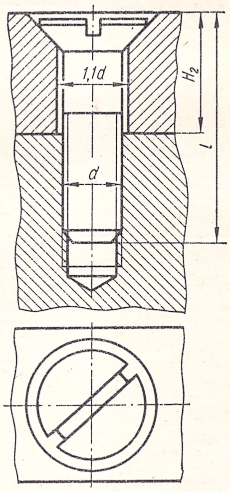
Винтовое соединение

Серия Б

Обозначения	Варианты				
	0	1	2	3	4
d	M20×1,5	M16×1,5	M12×1,25	M10×1,25	M8×1
H_2	40	34	26	24	20
l	70	60	55	50	45
t шаг резьбы	1,5	1,5	1,25	1,25	1

Продолжение табл. 66

Обозначения	Варианты				
	5	6	7	8	9
d	M20	M16	M12	M10	M8
H_2	42	40	38	30	25
l	80	75	70	60	50
t шаг резьбы	2,5	2	1,75	1,5	1,25



Примечания: 1) На чертеже проставить числовые значения размеров d, l и диаметра присоединяемой детали.

2) Данные для подсчета размеров винта и гнезда берут по рис. 313 и 314, *в*.

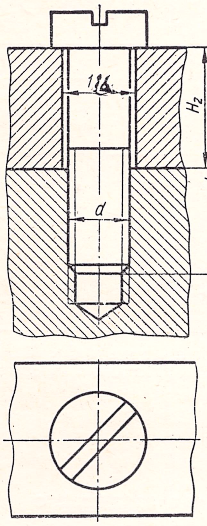
Таблица 67

Винтовое соединение
Серия В

Обозначения	Варианты				
	0	1	2	3	4
d	M20×1,5	M16×1,5	M12×1,25	M10×1,25	M8×1
H_2	40	34	26	24	20
l	70	60	55	50	45
t шаг резьбы	1,5	1,5	1,25	1,25	1

Продолжение табл. 67

Обозначения	Варианты				
	5	6	7	8	9
d	M20	M16	M12	M10	M8
H_2	42	40	38	30	25
l	80	75	70	60	50
t шаг резьбы	2,5	2	1,75	1,5	1,25



Примечания: 1) На чертеже проставить числовые значения размеров d, l и диаметра присоединяемой детали. 2) Данные для подсчета размеров винта и гнезда берут по рис. 313 и 314, *б*.

Таблица 68

Шпоночное соединение
Тип А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	45	45	42	40	36	32	30	55	50	48
b	14	14	12	12	10	10	10	16	16	14
h	9	9	8	8	8	8	8	10	10	9
t	5,5	5,5	5	5	5	5	5	6	6	5,5
l	70	63	56	50	45	45	40	80	70	70

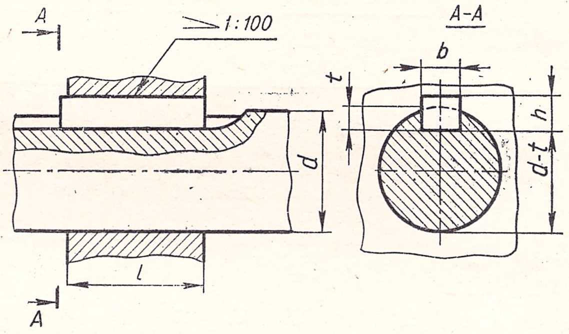


Таблица 69

Шпоночное соединение
Тип Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	32	34	36	40	45	50	50	56	56	63
b	10	10	10	12	14	14	16	16	18	18
h	8	8	8	8	9	9	10	10	10	11
t	5	5	5	5	5,5	5,5	5,5	6	6	7
t_1	3,3	3,3	3,3	3,3	3,8	3,8	3,8	4,3	4,3	4,4
l	63	70	70	80	80	90	80	90	80	90

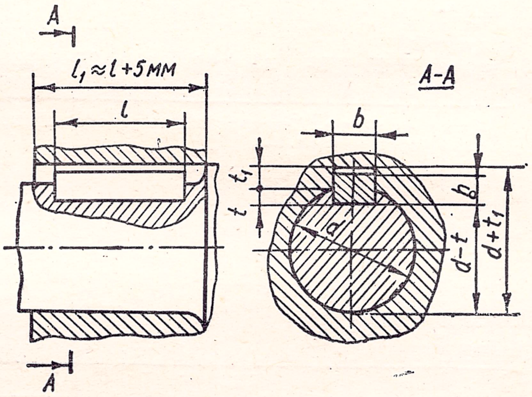


Таблица 70

Шпоночное соединение
Тип В

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	42	42	36	32	30	30	28	32	34	36
b	12	12	10	10	10	8	8	10	10	10
h	19	12	16	15	13	15	11	15	13	15
d_1	65	65	45	38	32	38	28	38	32	38
l	59,1	73,3	43,1	37,1	31,4	37,1	27,3	37,1	31,4	37,1
t	16	16	13	12	10	12	8	12	12	13
t_1	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
L	70	90	60	50	42	48	38	48	44	48

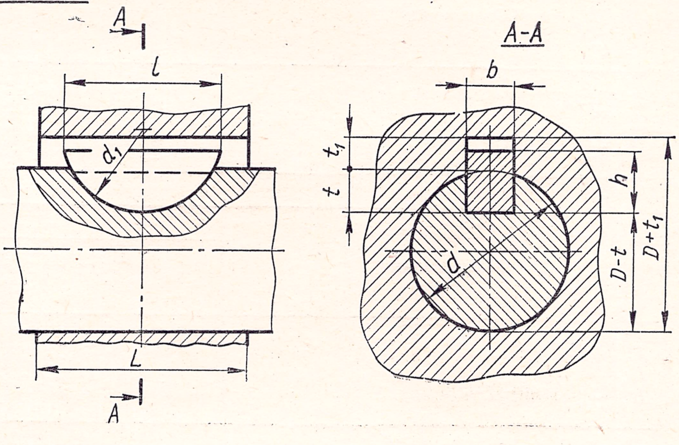


Таблица 71

Трубное соединение

Серия А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d, Труб″	$^{1}/_{4}$	$^{3}/_{8}$	$^{1}/_{2}$	$^{3}/_{4}$	1	$1^{1}/_{4}$	$1^{1}/_{2}$	2	1	$1^{1}/_{4}$
L	21	25	28	33	38	45	50	58	38	45
$D_у$ — условный проход, *мм*	8	10	15	20	25	32	40	50	25	32

Примечание. Конструктивные размеры отдельных элементов прямого угольника берут по табл. 57.

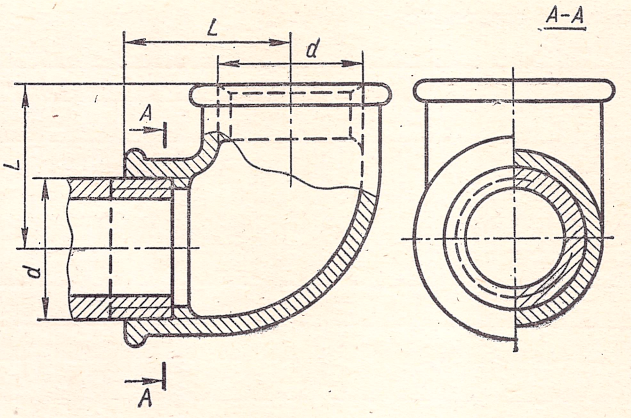


Таблица 72

Трубное соединение

Серия Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1, Труб″	$^{3}/_{4}$	$^{3}/_{4}$	1	1	$1^{1}/_{4}$	$1^{1}/_{4}$	$1^{1}/_{2}$	$^{3}/_{4}$	1	$1^{1}/_{4}$
d_2, Труб″	$^{1}/_{2}$	$^{3}/_{4}$	$^{1}/_{2}$	$^{3}/_{4}$	$^{3}/_{4}$	1	1	$^{3}/_{4}$	$^{1}/_{2}$	$^{3}/_{4}$
d_3, Труб″	$^{1}/_{2}$	$^{1}/_{2}$	$^{3}/_{4}$	$^{3}/_{4}$	1	1	$^{1}/_{4}$	$^{1}/_{2}$	$^{3}/_{4}$	1
L_1	30	33	32	35	36	40	42	33	32	36
L_2	32	33	34	36	41	42	46	33	34	41
L_3	28	31	30	33	35	38	40	31	30	35
$D_{у_1}$ — условный проход	20	20	25	25	32	32	40	20	25	32
$D_{у_2}$ — условный проход	15	20	15	20	20	25	25	20	15	20

Примечание. Конструктивные размеры отдельных элементов тройника берут по табл. 58.

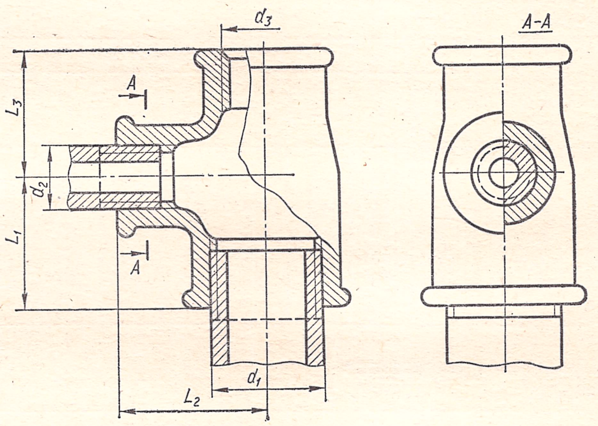


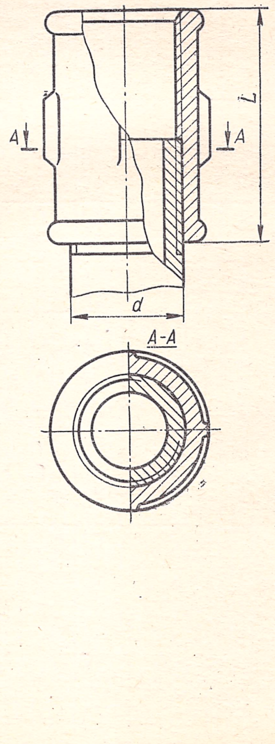
Таблица 73

Трубное соединение

Серия В

Обозначения	Варианты				
	0	1	2	3	4
d, Труб″	$^{1}/_{4}$	$^{3}/_{8}$	$^{1}/_{2}$	$^{3}/_{4}$	1
L	27	30	36	39	45
$D_у$ — условный проход	8	10	15	20	25

Обозначения	Варианты				
	5	6	7	8	9
d, Труб″	$1^{1}/_{4}$	$1^{1}/_{2}$	$^{1}/_{2}$	$^{3}/_{4}$	1
L	50	55	36	34	45
$D_у$ — условный проход	32	40	50	20	25

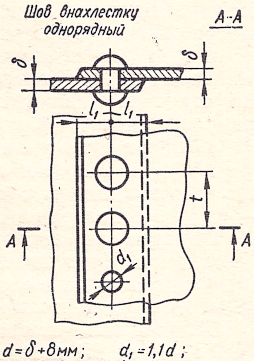


Примечание. Конструктивные размеры отдельных элементов муфты берут по табл. 59.

Таблица 74

Заклепочное соединение
Серия А

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
δ	5	6	7	8	9	10	11	12	3	4

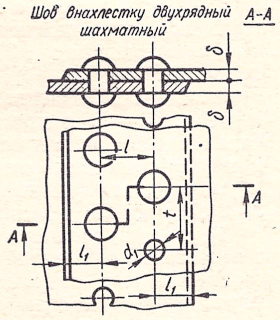


$d = \delta + 8$ мм; $d_1 = 1{,}1d$;
$t = 2d + 8$ мм; $l_1 = 1{,}5d$;
L = (длина неустановленной заклепки) $= 2\delta + 1{,}5d$

Таблица 75

Заклепочное соединение
Серия Б

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
δ	5	6	7	8	9	10	11	12	3	4

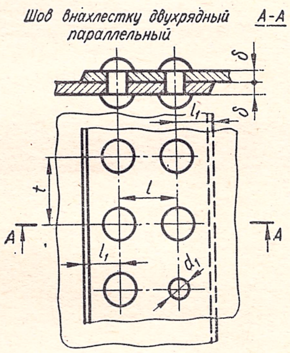


$d = \delta + 8$ мм; $l = 0{,}6t$;
$t = 2{,}6d + 15$ мм; $d_1 = 1{,}1d$; $l_1 = 1{,}5d$;
L = (длина неустановленной заклепки) $= 2\delta + 1{,}5d$

Таблица 76

Заклепочное соединение
Серия В

Обозначения	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
δ	5	6	7	8	9	10	11	12	3	4



$d = \delta + 8$ мм; $l = 0{,}8t$; $l_1 = 1{,}5d$;
$t = 2{,}6d + 15$ мм; $d_1 = 1{,}1d$;
L = (длина неустановленной заклепки) $= 2\delta + 1{,}5d$

Размеры заклепок к табл. 74, 75, 76 (рис. 327, *а*)

d	1	1,2	(1,4)	1,6	2	2,5	3	(3,5)	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36
D	1,8	2,1	2,5	2,9	3,5	4,4	5,3	6,3	7,1	8,8	11	14	16	19	22	25	27	30	35	37	40	45	55
H	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,5	11	12	13	16	18	20	24
R	1	1,2	1,4	1,6	1,9	2.4	2,9	3,4	3,8	4,7	6	7,5	8,3	9,8	11,4	13	13,8	15,4	18,3	18,7	20,1	22,7	27,8

Таблица 77

Сварное соединение

Серия	Варианты	Таблицы	Примеры	Масштаб	Серия	Варианты	Таблицы	Примеры	Масштаб	Серия	Варианты	Таблицы	Примеры	Масштаб
А	0	31	1	М 2:1	Б	0	31	11	М 2:1	В	0	31	21	М 2:1
	1	31	2	М 2:1		1	31	12	М 2:1		1	31	22	М 2:1
	2	31	3	М 2:1		2	31	13	М 2:1		2	31	23	М 2:1
	3	31	4	М 2:1		3	31	14	М 2:1		3	31	24	М 2:1
	4	31	5	М 2:1		4	31	15	М 2:1		4	31	25	М 2:1
	5	31	6	М 2:1		5	31	16	М 2:1		5	31	26	М 2:1
	6	31	7	М 2:1		6	31	17	М 2:1		6	33	1	М 2:1
	7	31	8	М 2:1		7	31	18	М 2:1		7	33	3	М 2:1
	8	31	9	М 2:1		8	31	19	М 2:1		8	33	2	М 2:1
	9	31	10	М 2:1		9	31	20	М 2:1		9	33	6	М 2:1

вые значения размеров диаметра винта, длину винта и диаметра отверстия в верхней скрепляемой детали (рис. 342).

Соединение винтом выполняют в двух изображениях. На главном виде выполняют фронтальный разрез, а вид сверху чертят без разреза. Над выполненным чертежом наносят надпись «Соединение винтом».

4. Шпоночное или шлицевое соединение. Шпоночное или шлицевое соединение выполняют, ознакомившись с материалом, изложенным в §§ 35, 36, и ответив на вопросы для самопроверки.

Размеры для выполнения шпоночного или шлицевого соединения берут из табл. 68—70 индивидуальных заданий и проставляют их в соответствии с проставленными размерами на чертеже к индивидуальному заданию.

Образец выполнения шпоночного соединения на листе № 2 задания III показан на рис. 342.

Шпоночное соединение выполняют в двух изображениях с местными разрезами. Над выполненным чертежом наносят надпись «Шпоночное соединение».

5. Трубное соединение. Для выполнения трубных соединений необходимо ознакомиться с материалом, изложенным в § 37 и ответить на вопросы для самопроверки.

Размеры для выполнения трубного соединения берут из табл. 71—73 индивидуальных заданий и проставляют их в соответствии с проставленными размерами на чертеже к индивидуальным заданиям.

Образец выполнения трубного соединения на листе № 2 задания III показан на рис. 342.

Трубное соединение выполняют в двух изображениях с разрезами, примененными на чертеже к индивидуальным заданиям. Над выполненным чертежом наносят надпись «Трубное соединение».

6. Заклепочное соединение. Сведения о заклепках и заклепочных соединениях изложены в § 38. После ознакомления с этими сведениями и ответов на вопросы для самопроверки приступают к выполнению заклепочного соединения.

Размеры для выполнения заклепочного соединения даны в табл. 74—76 индивидуальных заданий. Проставляют их в соответствии с проставленными размерами на чертеже к индивидуальным заданиям.

На рис. 342 показан образец выполнения заклепочного соединения на листе № 2 задания III.

Заклепочное соединение выполняют в двух изображениях с теми размерами, которые указаны на чертеже к таблице индивидуальных заданий. Над выполненным чертежом наносят надпись «Заклепочное соединение».

7. Сварное соединение. Для выполнения этого вида соединения необходимо ознакомиться с материалом, изложенным в § 39 и ответить на вопросы для самопроверки.

Индивидуальное задание состоит из выполнения одного из сварных швов, указанных в табл. 31 и 77 по чертежу и размерам, взятым из таблицы индивидуальных заданий.

На выполненном чертеже проставляют размеры, указанные в таблице индивидуальных заданий.

Сварное соединение выполняют в двух изображениях с теми размерами, которые указаны на чертеже к таблице индивидуальных заданий.

Над выполненным чертежом наносят надпись «Сварное соединение».

Чертеж (лист № 2), так же как и лист № 1, ограничивают рамкой, отстоящей от линии обреза формата листа на 5 *мм*. В правом нижнем углу рамки размещают основную надпись.

В отличие от заполнения основной надписи в первом листе, в листе № 2 задания III наносят надпись «Разъемные и неразъемные соединения».

На рис. 342 показан образец выполненного листа № 2 задания III, который может быть примером размещения на листе вычерчиваемых соединений. На этом листе могут быть введены форматы чертежей каждого соединения.

По усмотрению кафедры серии могут быть заменены. Так, например, для студентов технологических специальностей могут быть даны задания серии А, а для студентов механических специальностей — задания серии Б. Количество заданий в каждой серии может быть сокращено.

Рабочие чертежи и эскизы деталей широко используются в производственной практике для изготовления, ремонта и контроля деталей машин, приборов и аппаратов. Чтобы научиться читать и правильно оформлять эти чертежи, необходимо прежде всего ознакомиться с их назначением, требованиями, которые к ним предъявляются, особенностями их оформления. Выполнение рабочих чертежей деталей и особенно эскизов не только помогает закрепить теоретическую часть курса, но и играет особую роль в углублении навыков по чтению чертежей.

4

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ И ЭСКИЗЫ ДЕТАЛЕЙ

Раздел VII. ТРЕБОВАНИЯ К РАБОЧИМ ЧЕРТЕЖАМ И ЭСКИЗАМ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

§ 40. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Каждая машина, аппарат или двигатель состоит из отдельных деталей. Части детали, имеющие определенное назначение, называются элементами детали, например, резьба, фаска, ребро, паз и т. д. (рис. 343).

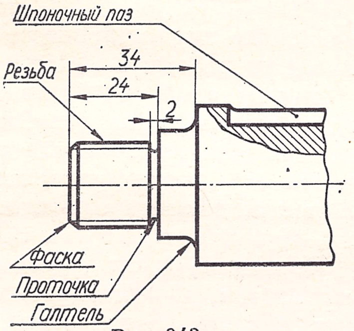


Рис. 343.

Рабочий чертеж детали — это чертеж, в котором наряду с изображением детали даны исчерпывающие сведения, необходимые для ее изготовления, ремонта или контроля, а именно: размеры, обозначение шероховатости поверхности, данные о материале, термообработке, отделке, допустимые отклонения размеров и отклонения от правильности геометрических форм и взаимного расположения поверхностей, указания места и вида покрытий и другие технические требования, а также основные надписи и дополнительные отметки.

Рабочий чертеж детали выполняют либо в процессе проектирования на основе сборочного чертежа, либо по эскизу, снятому с натуры.

Эскиз — это чертеж временного характера, выполненный обычно без применения чертежных инструментов. Он служит, как правило, материалом или основанием для выполнения рабочих чертежей и содержит поэтому все необходимые данные для изготовления изображенного на нем предмета. Отличается эскиз от рабочего чертежа только тем, что он составлен от руки, без соблюдения точного масштаба, а пропорциональность частей детали установлена на глаз.

§ 41. ТРЕБОВАНИЯ К РАБОЧИМ ЧЕРТЕЖАМ ДЕТАЛЕЙ

К рабочим чертежам деталей предъявляются следующие требования.

Рабочий чертеж каждой детали должен выполняться на отдельном листе стандартного размера, на котором должна быть нанесена рамка и основная надпись. На рабочем чертеже деталь изображается с теми размерами, знаками шероховатости поверхности, указаниями о термообработке и покрытии, которые она должна иметь при поступлении на сборку. Таким образом, если деталь окрашивается после сборки механизма, для которого она предназначена, то на рабочем чертеже детали места покрытия не указываются. Стопорные шайбы с лапками, которые отгибаются при сборке на рабочем чертеже, показываются в развернутом виде, заклепки — нерасклепанными и т. д.

Если по изображению детали, изготовленной вытяжкой, гибкой штамповкой и т. п., нельзя по-

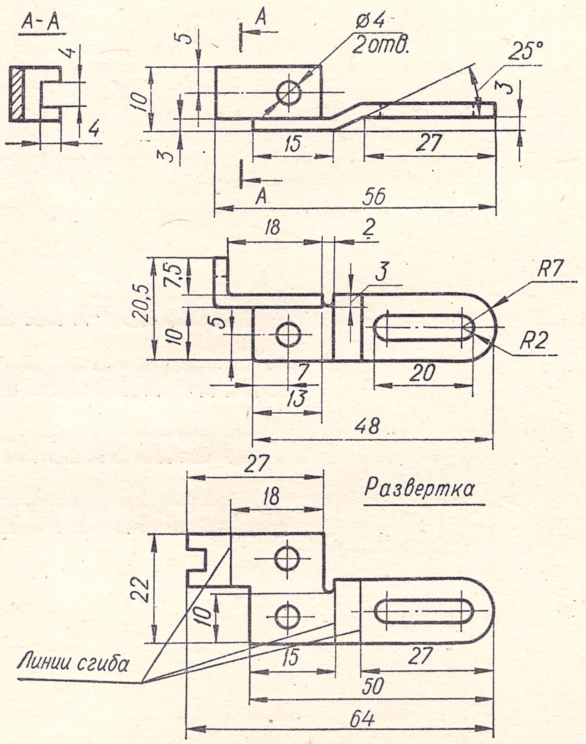


Рис. 344.

лучить полного представления о форме и размерах детали, то на чертеже необходимо помещать полную или частичную развертку этой детали с указанием необходимых размеров (рис. 344).

Если направление волокон, например в древесине и у некоторых пластмасс, или направление проката материала и слоев имеет существенное значение, то его указывают стрелкой и сопровождают надписью типа: «*Направление волокон по стрелке А*» (рис. 345).

Для деталей, изготовленных из материала, имеющего лицевую сторону (кожа, некоторые ткани и т. д.), при необходимости на чертеже делается соответствующая надпись. Такие детали вычерчиваются так, чтобы на главном виде лицевая сторона была видимой (рис. 346).

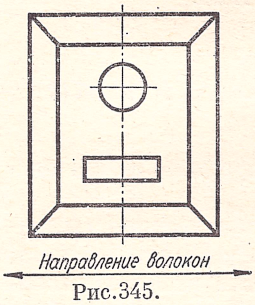


Рис.345.

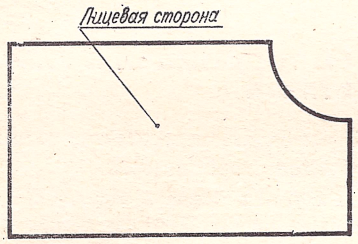


Рис. 346.

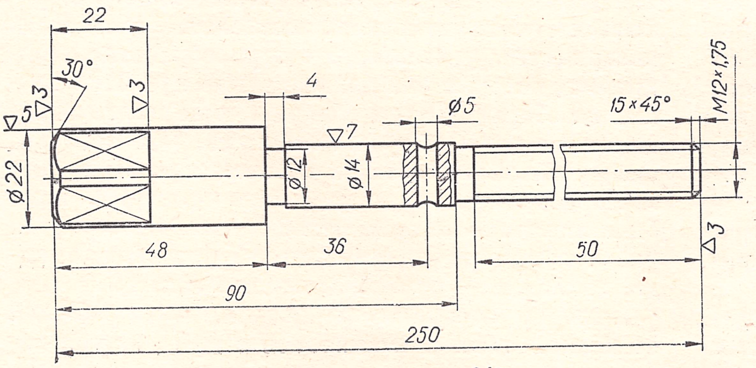


Рис. 347.

§ 42. КОЛИЧЕСТВО ВИДОВ

Количество видов должно быть минимальным, но обеспечивающим полное определение формы детали и позволяющим наносить все необходимые размеры. Использование дополнительных и местных видов, сечений и местных разрезов дает возможность обойтись меньшим числом основных видов и полных разрезов и таким образом получить меньшие габариты чертежа.

Как правило, деталь изображается не менее чем в двух видах. Исключение составляют детали, полное представление о форме которых может быть достигнуто применением специальных знаков и надписей (знаков диаметра, квадрата и т. п.). Такие детали следует изображать в одной проекции. Сюда относятся простые втулки, валы, винты, пластинки и т. п. (рис. 348).

§ 43. ГЛАВНЫЙ ВИД

Г л а в н ы м в и д о м детали называется изображение на фронтальной плоскости проекции. Главный вид должен давать наиболее ясное и полное представление о форме и размерах детали при наилучшем использовании поля чертежа. При выборе главного вида учитывается положение, которое занимает деталь при обработке ее на станке или в процессе разметки, а также в процессе работы в механизме.

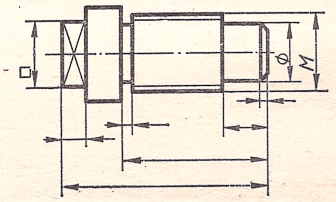
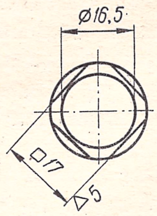


Рис. 348.

Для деталей, представляющих собой соосные цилиндры, которые обрабатываются, в основном, на токарных станках, главный вид выбирают так, чтобы ось детали располагалась горизонтально. К таким деталям относятся валы, оси, шпиндели, втулки и т. д. (рис. 347).

Проекции деталей, заготовки которых получают литьем, принято располагать в главном виде так, как они расположены в процессе сборки или в процессе разметки на разметочной плите. При этом основная обработанная плоскость детали обычно занимает горизонтальное положение. К таким деталям относятся корпуса машин, крышки, фланцы и др. (рис. 349).



Вопросы для самопроверки

1. Какие требования предъявляются к рабочим рисункам деталей?
2. Какие чертежи называют эскизами?
3. Какое изображение на чертеже называют главным видом?
4. Какое количество видов должен иметь рабочий чертеж детали?

§ 44. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ

Как было отмечено выше, на рабочем чертеже детали наносятся лишь те размеры, которые деталь должна иметь при поступлении на сборку. Если какой-либо элемент детали, например отверстие, будет образован в процессе сборки, то размеры этого элемента на чертеже детали ставить не надо.

Все размеры должны наноситься в строгом соответствии с ГОСТ 2307—68. Каждый размер на чертеже наносится только один раз, при этом ставить его необходимо на том виде, где он будет наиболее ясен.

Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу детали (ребру, канавке и т. д.) рекомендуется наносить на одном изображении, на котором этот элемент вычерчен наиболее ясно.

Ставить размеры к невидимому контуру детали, изображенному штриховыми линиями, не рекомендуется.

Если деталь имеет несколько одинаковых элементов по форме и размерам, то повторять размеры этих элементов надо только в неясных случаях. Например, на рис. 349 размеры ∅ 6 и ∅ 8 повторять не нужно, а на рис. 354 размер ∅ 40 повторить необходимо.

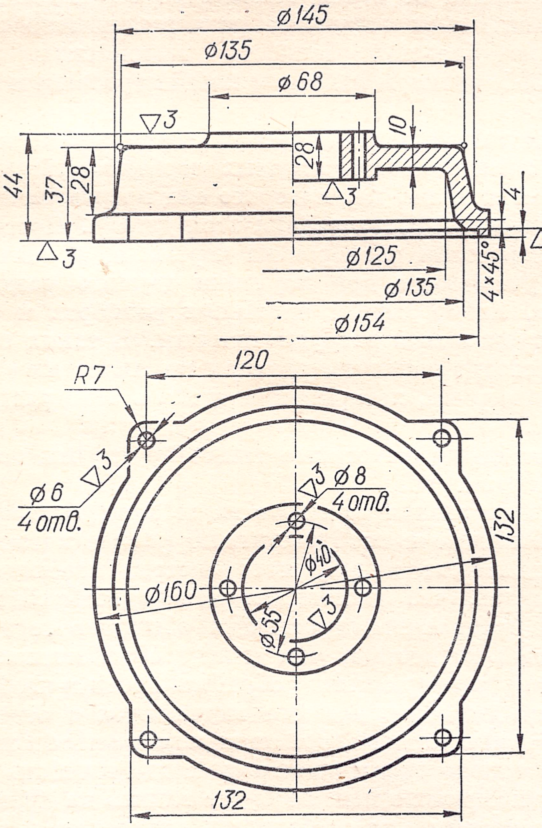


Рис. 349.

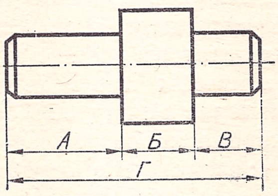


Рис. 350.

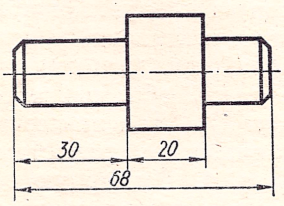


Рис. 351.

Размер полной окружности надо всегда ставить в виде диаметра, а не радиуса, так как эти размеры будут измеряться и проверяться на детали с помощью кронциркуля, нутромера и других инструментов, указывающих диаметр изделия. То же относится и к частям цилиндров, которые совместно с сопрягаемыми деталями образуют полный цилиндр, как например, отверстия для вала в подшипниках, редукторах и других деталях.

Размеры должны отвечать также конструктивным особенностям и технологическим условиям изготовления детали.

Наносить размеры между отдельными линиями, поверхностями и элементами детали необходимо с учетом назначения этих поверхностей и элементов детали в механизме, для которого предназначена деталь. Поверхности, по которым деталь сопрягается с другими деталями, называются рабочими поверхностями. Такие поверхности обычно подвергаются механической обработке. Поверхности, которые не касаются поверхностей других деталей, называют нерабочими. Чем точнее выполняется размер на детали, тем дороже стоит ее изготовление. При неудачной простановке размеров может возникнуть необходимость выполнять очень точно большее количество размеров, чем это требуется по конструктивным и технологическим соображениям.

Ниже на ряде примеров будет показано, как надо ставить размеры для того, чтобы повышенная точность на один размер не приводила к необходимости увеличивать точность выполнения других размеров.

На рис. 350 показан чертеж валика. Продольные размеры *А*, *Б*, *В* и *Г* образуют размерную цепь. Одно из важных требований стандарта состоит в том, что размерная цепь не должна быть замкнутой. Если один из этих четырех размеров не поставить (рис.351), то получится разомкнутая размерная цепь.

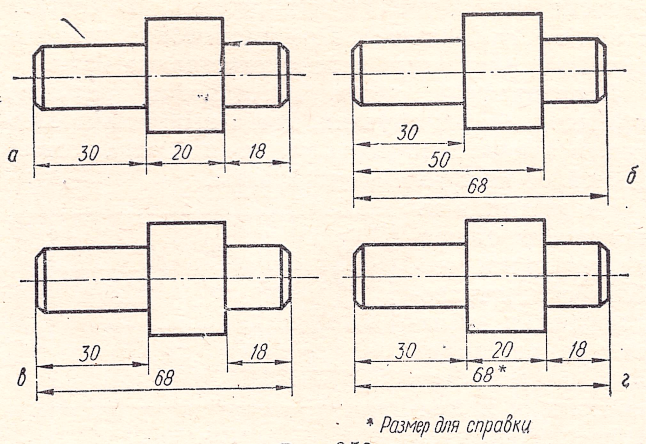


Рис. 352.

Остальные четыре варианта нанесения размеров на этой детали (рис. 352, *а*, *б*, *в*, *г*) выполнены правильно, но они отвечают различным конструктивным и технологическим требованиям. Если имеется необходимость указать размер, замыкающий размерную цепь, то возле размерной цифры этого размера ставится знак «⁎» и в технических требованиях пишут *«Размер для справки»*, как показано на рис. 352, *г*.

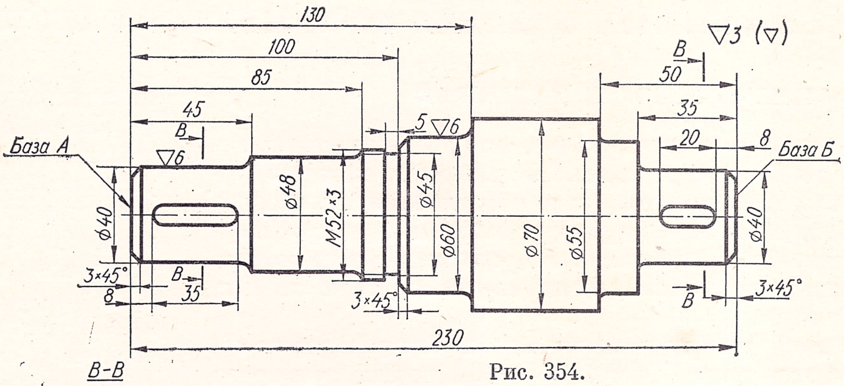
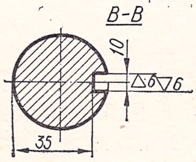


Рис. 354.



Если размеры нанесены последовательно, как это показано на рис. 352, *а*, то каждый из них может быть независимо друг от друга выполнен с любой необходимой точностью. Такой метод нанесения размеров называется цепным. Недостатки такого способа нанесения размеров обнаруживаются при необходимости выдержать с повышенной точностью какой-либо суммарный размер. Так, например, если размеры 30 и 20 могут быть выполнены с малой точностью, а их суммарный размер 50 должен быть выполнен с большой точностью, то при нанесении размеров цепочкой возникает необходимость выполнять с еще большей точностью размеры 30 и 20, так как максимальная возможная ошибка двух последовательных размеров равна сумме погрешности каждого из них. При таком способе нанесения размеров изготовление детали окажется более дорогим, чем это требуется. Рациональный способ нанесения размеров в таком случае показан на рис. 352, *б*.

Цепной метод нанесения размеров, таким образом, применяется в тех случаях, когда наименее точными должны быть суммарные размеры звеньев цепочки, например, при нанесении размеров между центрами отверстий (рис. 353) деталей, не подвергающихся механической обработке, заготовок и т. п.

Нанесение размеров, показанное на рис. 352, *б*, называется координатным, или нанесением размеров от базы. Базой называют поверхности, линии, точки или их сочетание, которые определяют положение детали в механизме или от которых зависит положение других деталей. В соответствии с этим различают конструкторские, технологические, сборочные и вспомогательные базы.

Координатный метод простановки размеров применяют в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокую точность расстояний ряда поверхностей от какой-либо одной базы.

На детали, в зависимости от конструктивных особенностей и технологических условий ее изготовления, может быть несколько и притом разнообразных баз. На рис. 354 показана деталь, у которой две базы (*А* и *Б*). От базы *А* проставлены размеры 45, 85, 100 и 130, а от базы *Б* — размеры 8, 35 и 50.

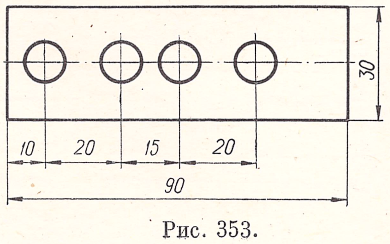


Рис. 353.

На практике редко встречаются случаи чисто цепочного или чисто координатного метода нанесения размеров. Наиболее распространенным является сочетание этих двух методов, которое называется комбинированным. Этот метод применяется в тех случаях, когда наряду с размерами, нанесенными от одной какой-либо базы, должны быть выделены отдельные размеры, обычно требующие большой точности выполнения. На рис. 355 размеры нанесены комбинированным методом.

Выбор баз при нанесении размеров требует полного знания конструктивных особенностей детали и механизма, для которого она предназначена, и технологии изготовления этой детали. Поэтому при нанесении размеров на чертежах, выполненных учащимися при изучении данного раздела курса, выбор метода нанесения размеров и баз может оказаться затруднительным. В таких случаях следует наносить размеры по аналогии с теми примерами, которые приведены в этом разделе курса.

Рассмотрим некоторые типичные случаи нанесения размеров.

При нанесении размеров на деталях, имеющих обработанные и необработанные (литье, кованые, штампованные и др.) поверхности, необходимо учитывать, что расстояния между необработанными поверхностями ставятся обычно с гораздо меньшей точностью, чем между обработанными. Поэтому размеры между обработанными и необработанными поверхностями выделяются в отдельные размерные цепи. Эти цепи связываются между собой только одним размером. Тогда точность одних размерных цепей не будет влиять на другие.

Рассмотрим эту особенность нанесения размеров на конкретном примере. На рис. 356 показан чертеж крышки, у которой часть поверхности не обработана (эти поверхности отмечены знаком ∽), а часть обработана (они отмечены треугольником ▽). Для нанесения размеров между обработанными поверхностями выбрана конструктивная база *А*. Размерную цепь, связывающую обработанные поверхности, составляют размеры 54, 26

и 4. В качестве базы для необработанных поверхностей выбрана технологическая база *Б* и вспомогательная база *В*, вследствие чего образуется еще одна размерная цепь, связывающая между собой необработанные поверхности (размеры 36 и 10). Между этими двумя размерными цепями может быть поставлен только один размер. В данном случае это размер 9, связывающий конструктивную и технологическую базы.

Размеры между симметричными поверхностями детали должны быть нанесены так, чтобы не нужно было затрачивать время на математические подсчеты при изготовлении и контроле этих деталей. На приведенных в качестве примеров чертежах (рис. 357) видно, что нанесение размеров следует вести не от осей, плоскостей или центров симметрии детали, положение которых на детали трудно установить, а от существующих поверхностей.

Имеются определенные особенности в нанесении размеров на деталях, изготовленных из листов, полос, стержней разного профиля путем гибки, вытяжки и т. д. Поскольку размеры на таких деталях зависят от формы инструмента, с помощью которого достигается необходимая форма детали, то размеры ставятся не по отношению к осям предмета, а к его контуру, как показано на рис. 358.

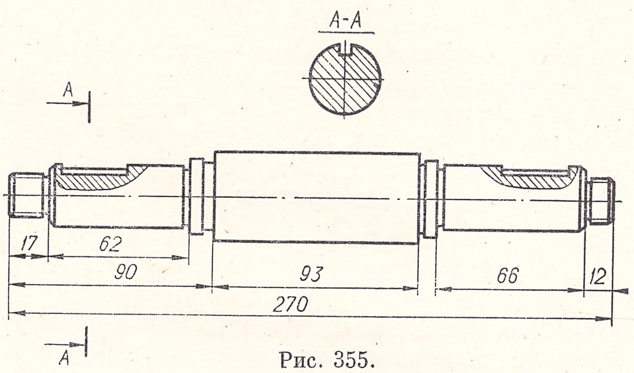


Рис. 355.

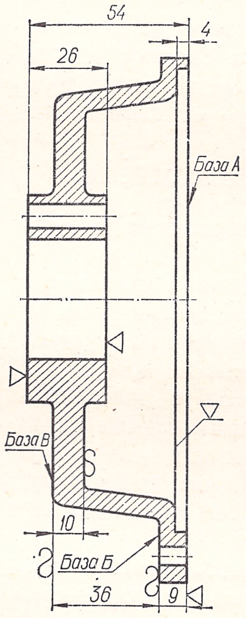


Рис. 356.

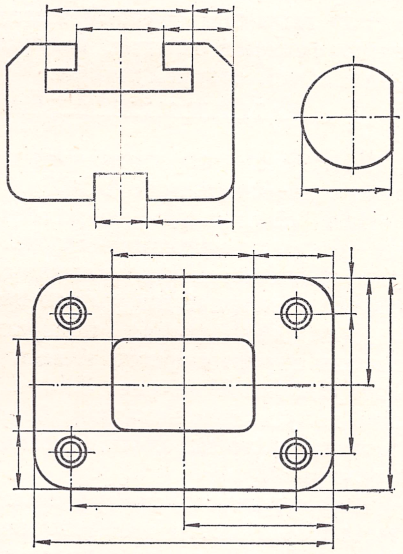


Рис. 357.

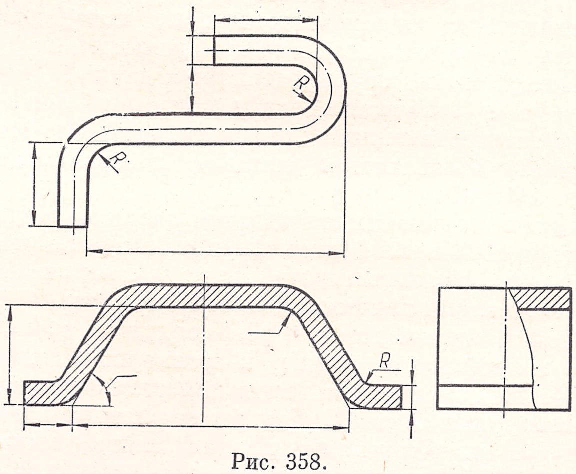


Рис. 358.

§ 45. ОБОЗНАЧЕНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ПОКРЫТИЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Шероховатостью поверхности называют следы (неровности) в виде впадин и выступов, которые остаются на обрабатываемой поверхности от режущих инструментов (резцов, фрез, шлифовальных кругов и т. д.). Шероховатость поверхности зависит, кроме инструмента, от обрабатываемого материала, вибрации станка, режимов обработки и т. д.

Шероховатость поверхности в значительной степени влияет на износ трущихся поверхностей деталей, на их долговечность, прочность и антикоррозионные свойства. Поверхности с большей шероховатостью быстрее изнашиваются, ржавеют, оказываются менее прочными. Однако получение поверхности с меньшей шероховатостью удорожает стоимость обработки детали. Выбор рациональной шероховатости имеет большое экономическое значение. В связи с этим важное значение имеет качественная оценка шероховатости поверхности.

Стандартом установлено 14 классов шероховатости поверхности. Для оценки шероховатости поверхности применяют специальные приборы (профилометры, профилографы и т. д.) либо сравнивают обработанную поверхность с эталоном.

Для количественной оценки шероховатости поверхности стандартом установлены следующие показатели:

среднее арифметическое отклонение R_a;

высота неровностей R_z.

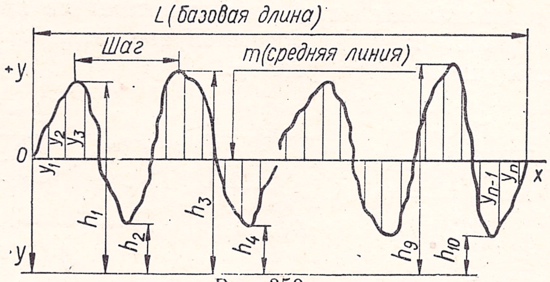


Рис. 359.

Среднее арифметическое отклонение R_a определяется как среднее значение расстояний (y_1, y_2, ... y_n) точек измеренного профиля до средней линии этого профиля (рис. 359). Расстояние до средней линии суммируется без учета алгебраического знака и приближенно равно:

$$R_a = \frac{\sum_{1}^{n} |y_i|}{n}.$$

Измеряют R_a на базовой длине L (рис. 359), выбираемой в зависимости от класса чистоты измеряемой поверхности.

Высота неровностей R_z — среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью высшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измерение от линии, параллельной средней линии:

$$R_z = \frac{(h_1 + h_2 + \cdots + h_9) - (h_2 + h_4 + \cdots + h_{10})}{5}.$$

Обозначать шероховатости поверхности на чертежах необходимо по ГОСТу.

Для обозначения шероховатости поверхности на чертежах применяются знаки, показанные на рис. 360. Высота h этих знаков должна быть равна высоте размерной цифры на чертеже.

Для обозначения поверхности с шероховатостью грубее первого класса применяется знак, изображенный на рис. 360, *а*. Числа, указывающие допустимую величину неровности в микронах, должны наноситься над знаком и иметь высоту примерно 3 *мм*.

Шероховатость поверхности всех классов чистоты обозначается равносторонним треугольником (рис. 360, *б*), справа от которого наносится класс или разряд чистоты. Размеры треугольников для обозначения шероховатости всех поверхностей детали на чертеже должны быть одинаковыми.

Поверхности, не определяемые данным чертежом, т. е. сохраняющиеся в состоянии поставки и не подвергающиеся дополнительной обработке, должны обозначаться знаком, показанным на рис. 360, *в*.

Знаки шероховатости должны касаться соответствующей выносной или контурной линии, а между цифрами, указывающими класс чистоты поверхности, и этими линиями должен быть зазор.

Знаки шероховатости рекомендуется наносить по возможности ближе к размерным линиям (рис. 361). В случае недостатка места на выносных и контурных линиях обозначения шероховатости следует указывать на полках линий выносок (рис. 362). Знаки шероховатости поверхности в виде исключения могут быть нанесены на линиях невидимого контура в том случае, если от этих линий указывается размер.

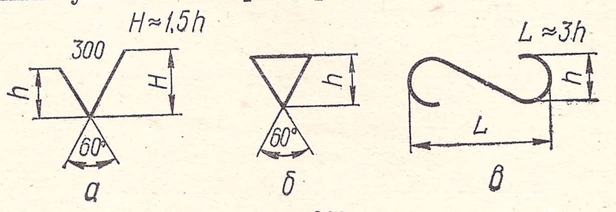


Рис. 360.

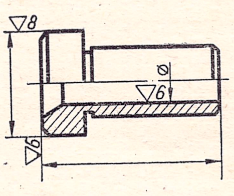


Рис. 361.

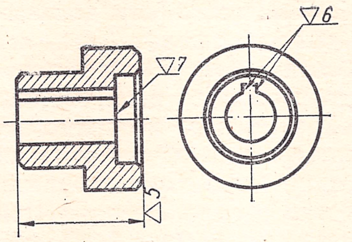


Рис. 362.

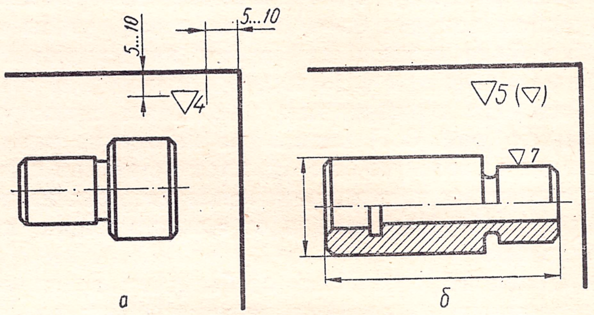


Рис. 363.

Если все поверхности детали должны быть одной и той же шероховатости, то знак наносят не на поверхности детали, а указывают один раз в правом верхнем углу чертежа (рис. 363, *а*). Высота этого знака на 1,5—2 *мм* больше, чем знаков, которые наносятся на изображении детали, и он вместе с цифрой, указывающей класс шероховатости поверхности, располагается на расстоянии 5... 10 *мм* от рамки чертежа.

Если на детали имеется преобладающая шероховатость поверхности, то ее обозначают также знаком большего размера, расположенным в правом верхнем углу чертежа. Рядом с этим знаком в скобках указывается треугольник меньшей высоты. Обозначение шероховатости всех прочих поверхностей наносят непосредственно на изображении этих поверхностей (рис. 363, *б*).

Обозначение шероховатости частей одной и той же поверхности или поверхностей повторяющихся элементов деталей (отверстий, зубьев и т. п.) наносят на изображении только один раз.

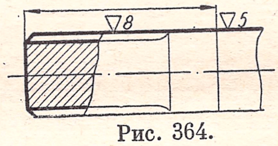


Рис. 364.

Если на одной и той же поверхности детали имеется различная шероховатость на разных участках, то между этими участками надо проводить границу сплошной тонкой линией и наносить для каждого участка необходимые размеры и знаки шероховатости (рис. 364).

Если на чертеже не указан профиль зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев, резьбы, то

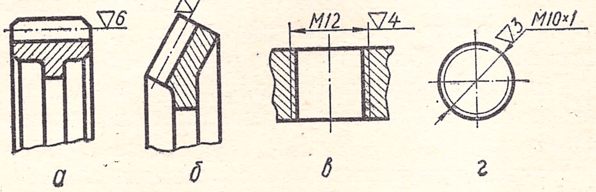


Рис. 365.

Класс чистоты по ГОСТ 2789—59	R_a, *мк*	R_z, *мк*	Обозначение класса чистоты	Типичные поверхности деталей, соответствующие данному классу чистоты	Примерные способы получения поверхности
1	80	320	▽1	Поверхности деталей, устанавливаемых на бетонных, кирпичных и деревянных основаниях. Поверхности, образовавшиеся после резки на прессах и ножницах	Предварительное обтачивание, растачивание, торцовое точение и строгание
2	40	160	▽2	Поверхности под сварные швы. Свободные несопряженные поверхности неответственных деталей	
3	20	80	▽3	Опорные поверхности станин, корпусов, лап. Болты, гайки нормальной точности. Опорные поверхности пружин сжатия. Поверхности фасок, галтелей, канавок. Неопорные поверхности клиновых шпонок	Предварительное и чистовое обтачивание, растачивание, строгание и торцовое точение. Зенкерование, сверление, фрезерование
4	10	40	▽4	Болты и гайки повышенной точности, винты, штифты. Поверхности отверстий под болты, винты и шпильки диаметром до 15 *мм*. Нерабочие поверхности осей, валов, муфт, ступиц, сальниковых втулок	
5	5	20	▽5	Нерабочие поверхности зубчатых колес. Поверхности выступающих частей быстро вращающихся деталей (концы и фланцы валов, шпинделей и т. д.). Поверхности муфт, ступиц, сальников, втулок, не соприкасающихся с другими деталями	Чистовое обтачивание, зенкерование, строгание, фрезеровка и торцовое точение, сверление
6	2,5	10	▽6	Наружные несопряженные поверхности деталей к внешнему виду, которые предъявляют достаточно высокие требования. Рабочие поверхности шпонок и шпоночных пазов. Поверхности, служащие опорой для ступиц зубчатых колес.	
7	1,25	6,3	▽7	Поверхности сферических опор, рабочие поверхности шкивов, тормозных барабанов. Посадочные поверхности зубчатых колес, втулок, червяков. Опорная плоскость крышки блока	Тонкое точение, растачивание, фрезерование, торцовое точение. Чистовое шлифование. Грубая протяжка. Протягивание
8	0,63	3,2	▽8	Нерабочие шейки коленчатых и распределительных валов. Рабочие поверхности ходовых валов. Посадочные поверхности осей эксцентриков, зубчатых колес. Гнезда под вкладыши коленчатых валов. Поверхности валов под подшипники качения	
9	0,32	1,6	▽9	Рабочие поверхности передаточных валов и центров. Отверстия поршневых бобышек под палец. Рабочие поверхности центров. Поверхности валов под подшипники качения	Тонкое шлифование, растачивание, развертывание. Средняя притирка. Отделка абразивным полотном.
10	0,16	0,8	10	Рабочие поверхности коленчатых и распределительных валов быстроходных двигателей. Рабочая поверхность клапанов. Наружная поверхность юбки поршня	Окатывание роликом. Протягивание. Внутреннее чистовое шлифование. Калибрование шариком. Притирка. Шлифование-притирка
11	0,08	0,4	▽11	Шарики и ролики подшипников качения. Поверхности трения фрикционов. Рабочие шейки валов прецизионных станков. Наружные поверхности поршневых пальцев, колец. Шток клапа. Внутренние поверхности цилиндров поршневых машин	Тонкая притирка. Шлифование-отделка (суперфиниширование). Шлифование-притирка (хонингование)
12	0,04	0,2	▽12	Измерительные поверхности предельных калибров (для 4-го и 5-го классов точности). Шарики и ролики высокоскоростных ответственных передач	
13	0,02	0,1	▽13	Измерительные поверхности деталей измерительных приборов	Тонкая притирка. Шлифование-отделка (суперфиниширование)
14	0,01	0,06	▽14	Измерительные поверхности плиток. Поверхности исключительно точных измерительных приборов. Металлические зеркала в оптических приборах	

обозначение шероховатости поверхности зубьев и шлицев наносится на линии делительной поверхности (рис. 365, *а*, *б*), а резьбы — на размерной линии (рис. 365, *в*, *г*). Примеры того, как следует располагать обозначения шероховатости поверхности на изображении детали, приведены на рис. 366.

Кроме механической отделки поверхности детали, которая определяет шероховатость этой поверхности, существуют различные механические, гальванические и химические способы покрытия поверхностей (алитирование, воронение, хромирование, азотирование, оксидирование, специальная окраска и т. д.), защищающие их от коррозии и улучшающие качество поверхности детали. Качество поверхности может быть улучшено также термической и химико-термической обработкой (местной закалкой, цементацией, цианированием и т. д.).

Покрытие или термическая обработка, относящиеся ко всей детали, указываются в технических требованиях на поле чертежа. При нанесении различных покрытий на нескольких поверхностях их обозначают разными буквами и в технических требованиях делают запись по типу: «*Покрытие поверхности А..., поверхности Б...*» (рис. 367, *а*).

Если покрытие или термическая обработка относятся только к частям поверхности детали или к поверхности сложной конфигурации, то эти части поверхностей обводят утолщенной штрих-пунктирной линией на расстоянии 0,8—1 *мм* от контура и ставят размеры, определяющие положение этих поверхностей, а соответствующие буквы или надписи наносятся на полках линий-выносок (рис. 365, *б*, *в*). Размеры не проставляются, если они ясны из чертежа (рис. 365, *г*).

При указании на чертеже показателей свойств материалов, полученных термической и другими видами обработки, глубина обработки обозначается буквой *h*. Величина глубины обработки и твердость (*HRC*, *HRB*, *HV* и т. д.) указываются «от ... до».

В табл. 78 показаны обозначения различных классов шероховатости поверхности, а также приведены примеры применения и способов получения этих поверхностей.

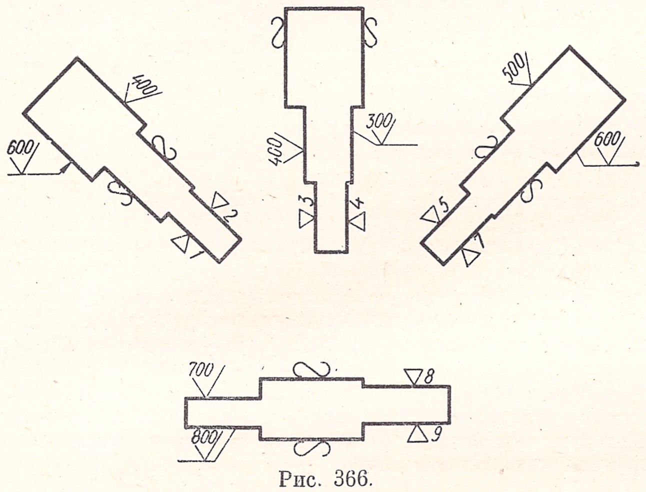


Рис. 366.

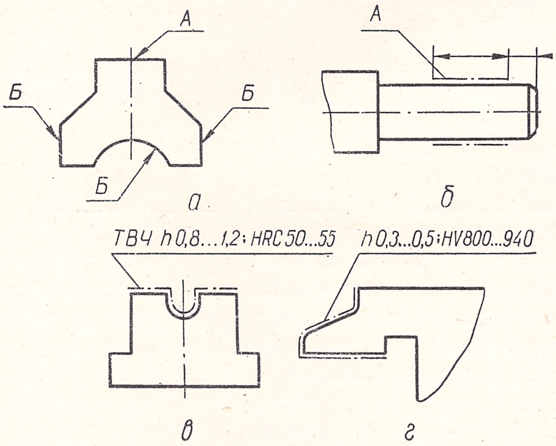


Рис. 367.

§ 46. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ НЕКОТОРЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

З у б ч а т ы е к о л е с а служат для передачи движения от одного элемента машины к другому. Зубчатые колеса в зависимости от характера зацепления (внешнее или внутреннее), взаимного распо-

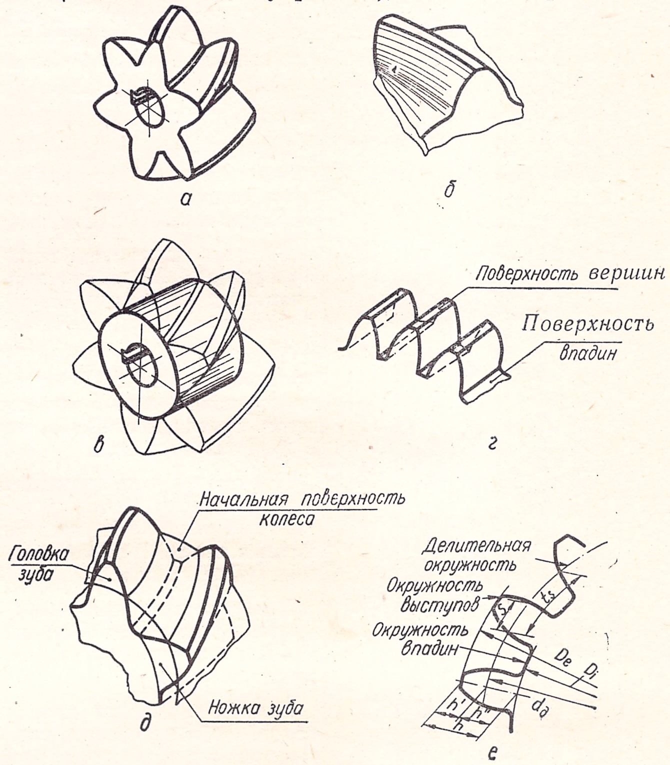


Рис. 368.

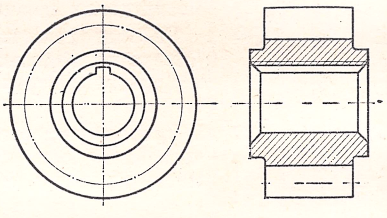


Рис. 369.

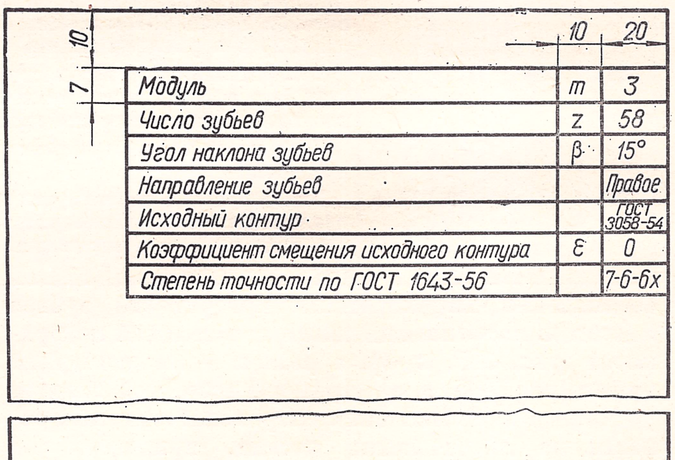


Рис. 370.

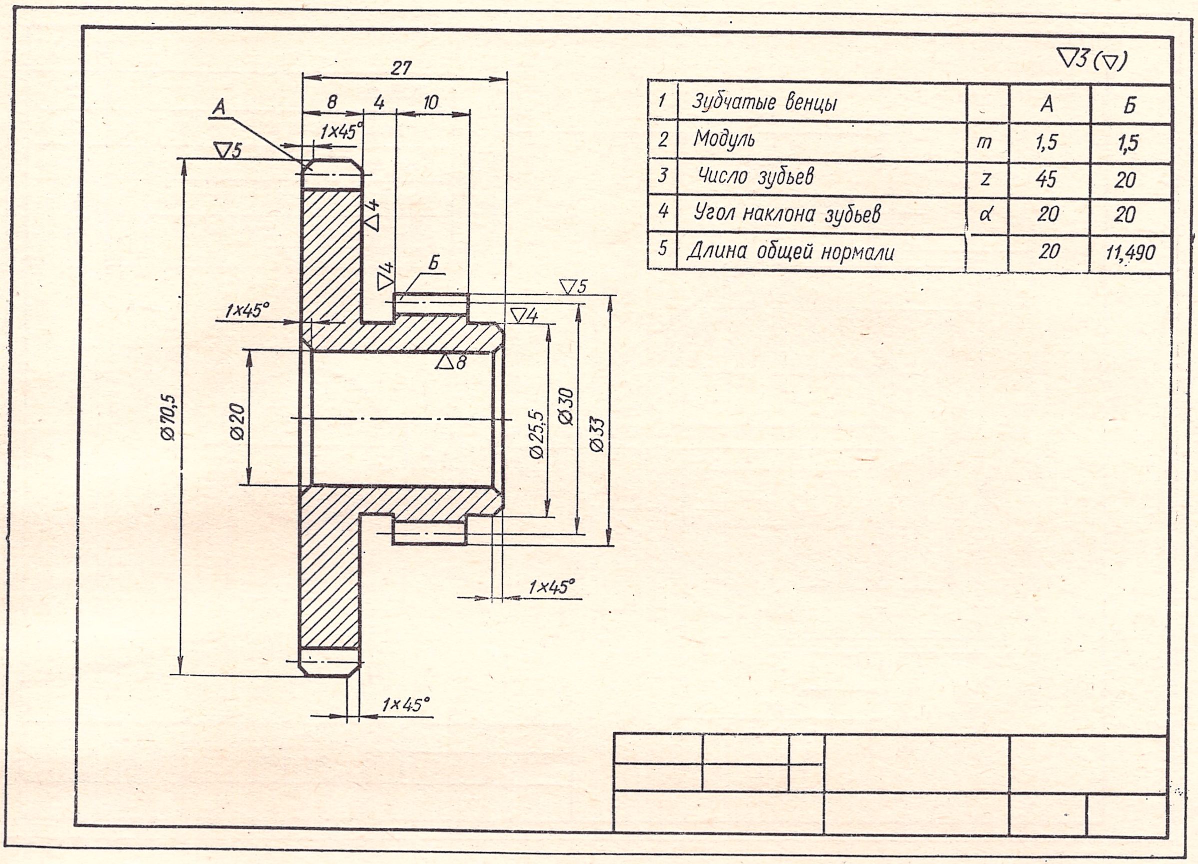


Рис. 371.

ложения вращающихся валов, способа передачи и т. д. могут быть самой различной конструкции. Наиболее распространенными являются цилиндрические и конические зубчатые колеса.

Ознакомимся с некоторыми элементами зубчатого колеса (рис. 368, *а*). Основным элементом зубчатого колеса является зуб (рис. 368, *б*) — выступ определенной формы, предназначенный для передачи движения посредством воздействия на выступ другого элемента зубчатой передачи. Часть зубчатого колеса, в которую не входят зубья, называется телом зубчатого колеса (рис. 368, *в*). Часть зубчатого колеса, состоящая из всех его зубьев и некоторой связывающей их части тела колеса, называется зубчатым венцом.

Пространство, заключенное между боковыми поверхностями соседних зубьев и поверхностями вершин и оснований впадин, называется впадиной (рис. 368, *г*).

Начальной поверхностью зубчатого колеса (рис. 368, *д*) называется соосная поверхность, по которой катится без скольжения такая же поверхность другого колеса, находящегося в зацеплении с первым. Начальная поверхность колеса делит зуб на две части — головку и ножку.

На рис. 368, *е* показано изображение на чертеже некоторых основных элементов зуба. Проекция поверхности выступов на плоскость, перпендикулярную оси зубчатого колеса, называется окружностью выступов, поверхность впадин — окружностью впадин, проекция делительной поверхности — делительной окружностью. На этом чертеже обозначены высота зуба — h, головки зуба — h' и ножки зуба — h''.

Торцовым шагом t_s называется расстояние по делительной окружности между одноименными профилями смежных зубьев. Диаметр делительной окружности — $d_д$, диаметр окружности выступов — D_e, впадин — D_i.

Модулем зубчатого колеса m называется отношение диаметра делительной окружности к числу зубьев z:

$$m = \frac{d_д}{z}.$$

Модуль зубчатого колеса можно выразить еще и как отношение торцового шага к числу π:

$$m = \frac{t_s}{\pi}.$$

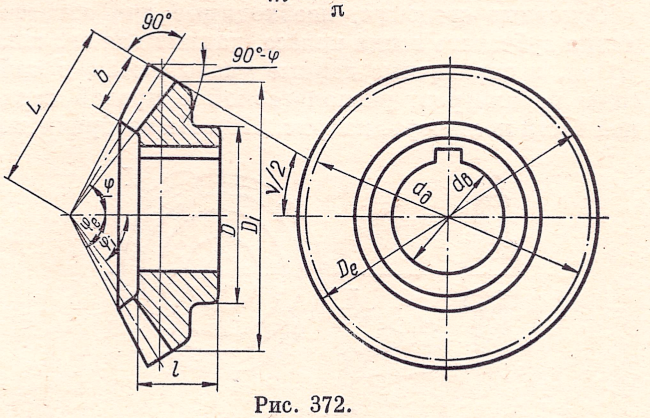


Рис. 372.

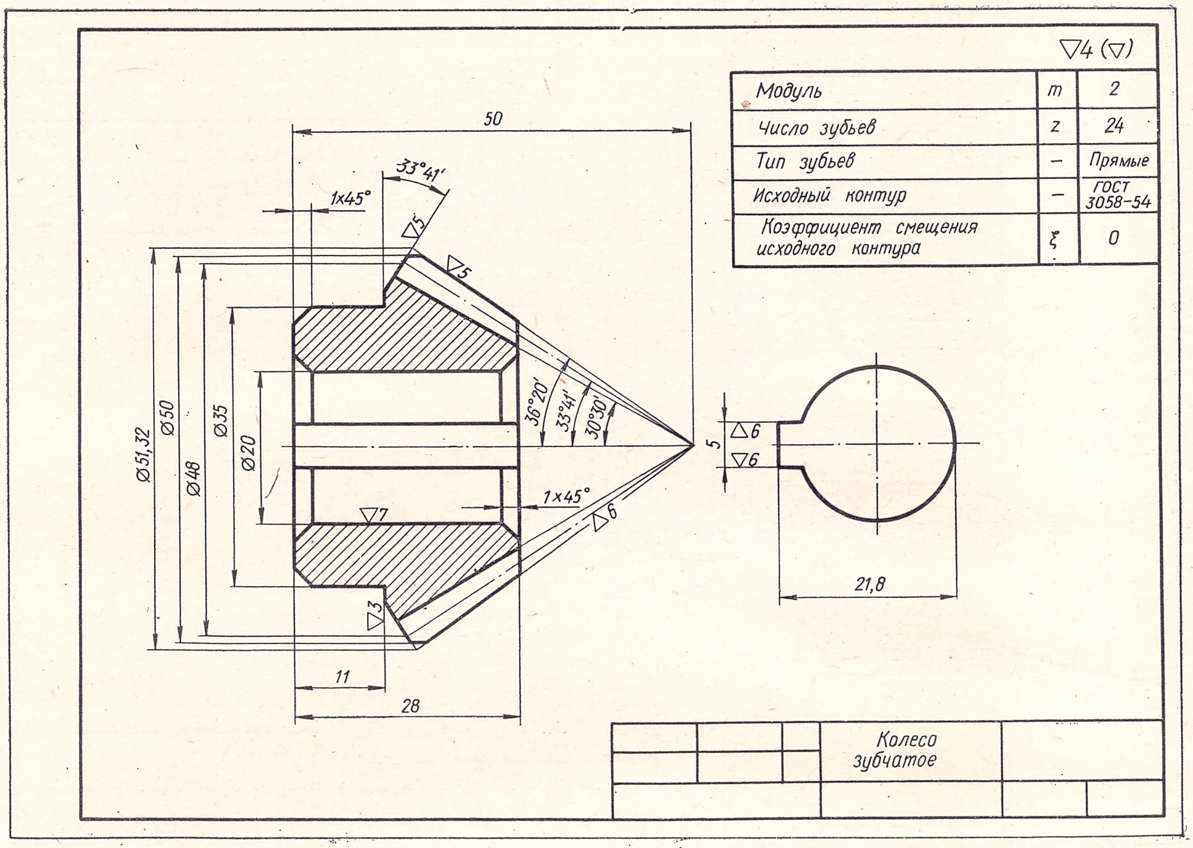


Рис. 373.

Высота головки зуба нормального зубчатого колеса примерно равна модулю $h' = m$, а высота ножки $h'' \approx 1{,}25\ m$. В соответствии с этими соотношениями можно установить следующую зависимость диаметра выступов D_e от модуля m и числа зубьев z зубчатого колеса:

$$D_e = m\,(z + 2).$$

Условное изображение зубчатых колес на чертеже выполняется в соответствии со стандартом. При изображении цилиндрических зубчатых колес окружность выступов изображается сплошной основной линией, делительная окружность — штрих-пунктирной линией (рис. 369). На разрезах, полученных секущей плоскостью, проходящей через ось колеса, зубья показываются незаштрихованными.

Основные сведения, необходимые для изготовления зубчатого венца колеса, данные для его контроля, и справочные данные указываются в таблице параметров, располагаемой в правой верхней части поля чертежа (рис. 370). На изображении

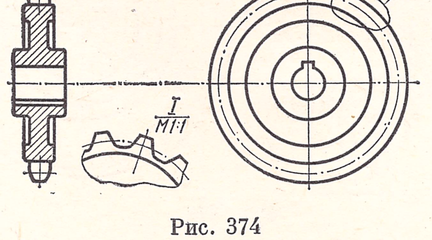


Рис. 374

цилиндрических зубчатых колес указываются размеры диаметра окружности выступов, ширины зубчатого венца, фасок, а также наносится обозначение шероховатости поверхностей выступов, впадин и боковой поверхности зубьев.

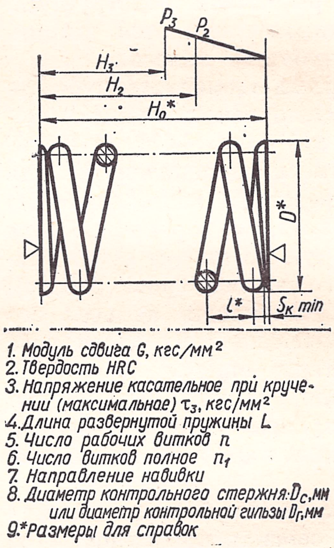
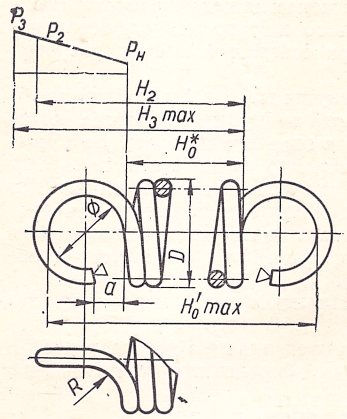


Рис. 375.

Форма основной надписи на рис. 371 и всех последующих рабочих чертежах и эскизах деталей упрощена.

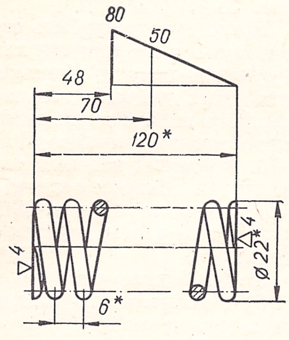
Для передачи движения между валами, оси которых пересекаются, применяются конические зубчатые колеса. Условное изображение конического зубчатого колеса показано на рис. 372. В разрезе плоскостью, проходящей через ось колеса, зубья изображаются незаштрихованными. На виде, полученном проецированием на плоскость, перпендикулярную оси колеса, сплошными линиями изображаются окружности, соответствующие большому и малому выступу зубьев и штрих-пунктирной линией — окружность большого основания делительного конуса.

У конического зубчатого колеса имеются свои специфические элементы и соответствующие



1. Модуль сдвига G... кгс/мм²
2. Твердость HRC;
3. Напряжение касательное при кручении (максимальное τ_3... кгс/мм²;
4. Длина развернутой пружины L
5. Число рабочих витков n;
6. Направление навивки;
7. Остальные технические требования.
8.* Размеры для справок.

Рис. 376.



1. Длина развернутой пружины 1280 мм;
2. Число рабочих витков 18,
3. Число витков полное 19,5;
4. Направление навивки правое;
5. Диаметр контрольного стержня 17,5 мм;
6* Размеры для справок.

Рис. 377.

обозначения и размеры, отсутствующие у цилиндрического колеса:

φ — угол делительного конуса;
φ_e — угол конуса выступов;
φ_i — угол конуса впадин;
L — конусное расстояние;
ν — угол внешнего дополнительного конуса.

Основные размеры некоррегированных конических зубчатых колес могут быть определены по следующим формулам.

Диаметр начальной окружности:

$$d_\partial = mz.$$

Диаметр окружности выступов:

$$D_e = m(z + 2\cos\varphi).$$

Диаметр окружности впадин:

$$D_i = m(z - 2{,}4\cos\varphi).$$

Конусное расстояние:

$$L = \frac{d_\partial}{2\cos\varphi}.$$

Рабочий чертеж конического зубчатого колеса показан на рис. 373. Звездочки для цепных передач условно изображаются так же, как цилиндрические зубчатые колеса (рис. 374).

П р у ж и н ы — это детали, служащие для временного накопления энергии под влиянием нагрузки за счет упругой деформации и по прекращении действия нагрузки восстанавливающие свою первоначальную форму. Наиболее распространенными в машиностроении являются винтовые пружины растяжения и сжатия. Рассмотрим условности изображения и правила оформления рабочих чертежей этих пружин.

Винтовые пружины на рабочем чертеже рекомендуется располагать в горизонтальном положении, параллельно основной надписи чертежа (рис. 375). Витки при этом показывают полностью или частично разрезанными плоскостью, проходящей через ось пружины. Их изображают прямыми линиями, соединяющими сечения или соответствующие участки контура. У пружин, имеющих более четырех витков, следует показывать с обоих концов лишь по 1—2 витка (не считая опорных), а вместо остальных витков проводить осевые линии, проходящие через центры витков по всей длине пружины.

Пружины рекомендуется изображать в том виде, который они имеют до того, как к ним приложена нагрузка. Пружина, работающая на растяжение, изображается без просвета между витками (рис. 376).

Основные параметры пружины указываются в технических требованиях в соответствии с рис. 375 и 376. Вместо букв на рабочем чертеже проставляются необходимые цифры.

Пример оформления рабочего чертежа пружины сжатия с поджатыми по $^3/_4$ витка с каждого конца и шлифованными на $^3/_4$ окружности опорными витками приведен на рис. 377.

Вопросы для самопроверки

1. В чем отличие простановки размеров «цепочкой» от простановки размеров от баз? Можно ли изображать размерную цепь замкнутой?
2. В каких случаях знак шероховатости поверхности ставится в правом верхнем углу чертежа? Какое отличие в выполнении этого знака от тех знаков, которые проставляются к контуру детали или к выносным линиям?
3. Что называется модулем зубчатого колеса?
4. В чем состоят основные условности изображения зубчатого колеса на чертеже?
5. Какие данные должна содержать надпись на чертеже винтовых пружин?
6. Как располагаются винтовые пружины на рабочем чертеже?
7. Каковы основные условности изображения винтовых пружин?

Методические указания и задания к части IV «Рабочие рисунки и эскизы деталей»

О б ъ е м и с о д е р ж а н и е з а д а н и я д л я с а м о с т о я т е л ь н о й р а б о т ы. Для закрепления теоретического материала по данному разделу курса черчения и приобретения навыков в выполнении эскизов, аксонометрии от руки на глаз и рабочих чертежей деталей каждый студент должен выполнить самостоятельную работу следующего содержания:

1. Эскиз трех деталей машин.
2. Наглядное изображение одной из эскизируемых деталей.
3. Рабочий чертеж одной из эскизируемых деталей (исключая зубчатое колесо).

Задание на эскизирование деталей студенты получают у преподавателя, ведущего практические занятия по черчению, а студенты, не имеющие возможности посещать практические занятия, выбирают детали самостоятельно и согласовывают со своим консультантом.

В число деталей для снятия эскизов должна входить одна деталь из пластмассы и одно зубчатое колесо. Не следует брать для эскизирования слишком сложные детали, однако в каждой из выбранных деталей должны быть внутренние полости, требующие для своего изображения выполнения разрезов и сечений. Каждая деталь должна иметь механически обработанные поверхности.

Не рекомендуется также брать для эскизирования простые детали (простые втулки, оси, клинья и т. п.) и стандартные детали (гайки, винты и т. п.). Наиболее подходящими деталями являются крышки и корпуса подшипни-

ков скольжения, крышки редукторов, запорных кранов, вентилей, задвижек, корпуса запорных кранов, шатуны, поршни, цилиндры, крышки и корпуса приборов и т. д.

Зубчатые колеса следует выбирать цилиндрические, с прямыми зубьями. Желательно, чтобы на колесе выступали ступица или венец, или оба эти элемента.

Любая из трех деталей, включая и зубчатое колесо, может быть изготовлена из пластмассы.

Для выполнения наглядного изображения из трех эскизируемых деталей следует выбирать деталь средней сложности.

Пример выполнения задания показан на рис. 392—394.

Указания по выполнению эскизов и рабочих чертежей деталей. После того как изучен теоретический материал данного раздела, учащийся может приступить к выполнению заданий, предусмотренных программой по курсу черчения для закрепления теоретического материала и приобретения практических навыков в выполнении эскизов и рабочих чертежей деталей.

Сначала по детали выполняется эскиз, а затем по эскизу вычерчивается рабочий чертеж одной из деталей. Эскиз выполняется мягким карандашом (твердости М) на клетчатой бумаге.

Эскиз должен быть выполнен настолько четко и аккуратно, чтобы по нему мог работать не только автор эскиза, но любое другое лицо, изготовляющее по эскизу рабочий чертеж детали.

При снятии эскиза ни одна линия не должна проводиться с помощью инструмента. Это относится также к рамке эскиза и основной надписи. Выполняя эскиз, следует прямые линии чертежа проводить по возможности вдоль линии сетки клетчатой бумаги, а центры окружностей помещать в точках пересечения линий сетки.

Изображение на эскизе должно быть таким, чтобы на нем можно было проставить все необходимые размеры. Эскиз должен быть выполнен на листе формата не менее 11 (обычно это две страницы из тетради).

Выбор главного вида, расположение видов, выполнение разрезов и сечений, нанесение размеров, обозначение шероховатости поверхности должны отвечать всем требованиям соответствующих ГОСТов.

Выполнять эскизы рекомендуется в таком порядке:

1. Изучить деталь, уяснить из каких геометрических форм составлены отдельные части и элементы детали. Установить наименование и назначение детали, материал, из которого она изготовлена.

2. Определить главный вид детали. Установить необходимое минимальное количество изображений.

3. Выбрать соответствующий формат эскиза, навести на нем рамки формата и основной надписи. Определить на глаз соотношение габаритов детали и заготовить в виде прямоугольников места для всех изображений. Нанести оси симметрии и оси главных отверстий (рис. 378).

Размеры нанесенных прямоугольников и расстояния между осями должны быть пропорциональны действительным размерам детали.

Оси проекции и линии связи на эскизе, как и вообще на рабочих чертежах, не проводятся. Все вспомогательные линии выполняются предельно тонкими, однако такими, чтобы их можно было отличить от линий сетки на бумаге.

4. Нанести внешние контуры каждого вида, определяя соотношение между частями и элементами детали на глаз, без обмера детали (рис. 379). Последовательность выполнения внешних контуров рекомендуется следующая. Сначала выполняются видимые контуры основных элементов детали. Каждый из элементов наносится во всех имеющихся на чертеже видах. Таким образом легче достигнуть необходимой пропорциональности между отдельными элементами. Если же выполнять виды последовательно, т. е. полностью закончив построение контуров одного вида, и переходить к построению контуров следующего, то размеры, которые в одном виде кажутся пропорциональными действительным размерам детали на другом,— могут оказаться непропорциональными. Уже законченный вид всегда трудно исправить.

Чтобы в эскиз можно было вносить исправления, необходимо сначала тонкими линиями наносить контуры и только тогда, когда эти контуры на всех видах будут согласованы, обвести их более толстыми линиями.

5. Установить, на каких видах и какие разрезы необходимо выполнить. После этого следует нанести все видимые линии и линии контура сечения в местах разрезов (рис. 380).

Разрезы должны быть сделаны так, чтобы не было необходимости в проведении линий невидимого контура, которые можно наносить только в виде исключения. Для симметричных деталей целесообразно показывать половину внешнего вида с половиной разреза. В данном случае это полностью избавляет чертеж от линий невидимого контура.

6. Провести все необходимые выносные и размерные линии (не обмеряя детали) и проставить знаки шероховатости поверхности (рис. 381).

Размеры рекомендуется ставить в такой последовательности:

а) габаритные размеры, определяющие деталь в целом;

б) относительные размеры, определяющие положение элементов детали;

в) размеры отдельных элементов детали;

г) все остальные размеры, обозначения, знаки шероховатости поверхности.

7. Нанести штриховку на разрезах и сечениях (рис. 382). Наносить штриховку на более ранних этапах выполнения эскиза нельзя, так как до нанесения размеров трудно определить зоны, которые необходимо оставить незаштрихованными. Например, место для размерного числа 12.

8. Выполнить все необходимые надписи на поле чертежа, заполнить графы основной надписи.

Все надписи, так же как и размерные цифры, должны быть выполнены чертежным шрифтом по ГОСТу.

При заполнении основной надписи руководствуются следующим. Наименование детали должно соответствовать принятой в машиностроении терминологии. Оно должно быть записано в именительном падеже единственного числа. Желательно, чтобы наименование было кратким, например: «Крышка», «Втулка» и т. д. Если наименование составлено из двух или более слов, то на первом месте ставится имя существительное, например: «Колесо зубчатое», «Вкладыш нижний» и т. д.

В графе «Материал» обычно указывается наименование и марка материала, но на эскизе детали с натуры можно указать только наименование материала, например: сталь, чугун, бронза, дерево, капрон и т. д.

Остановимся на некоторых особенностях обмера деталей. Чтобы произвести обмер деталей, достаточно иметь следующие инструменты: две стальные линейки, штангенциркуль (либо кронциркуль и нутромер), угломер, шаблоны, радиусомер и резьбомер.

Измерения надо производить по возможности от намеченных баз. Некоторые приемы обмера деталей показаны на рис. 383. Радиусы нужно измерять либо радиусомером, либо специально заготовленными шаблонами (кругами разных радиусов, вырезанными из плотного картона). Для определения больших радиусов кривизны находят координаты трех точек, принадлежащих кривой, и по этим точкам строят окружность.

Обмер криволинейной поверхности, имеющей плоскую кромку, можно сделать с помощью листа бумаги. Бумагу, приложенную к кромке, обминают по этой кромке, а затем уже на бумаге делают все необходимые измерения: подбирают радиусы или находят координаты отдельных точек (рис. 384).

При обмере резьбы определяют ее внешний диаметр, а шаг резьбы и ее профиль устанавливают с помощью специальных шаблонов (резьбомеров). Установив тип резьбы, по таблицам находят стандартный размер и проставляют соответствующее обозначение резьбы на чертеже.

Для выполнения чертежа цилиндрического зубчатого колеса необходимо: а) измерить диаметр окружности D_e и подсчитать число зубьев z; б) определить модуль зубчатого колеса m и диаметр начальной окружности d_∂ по формулам, приведенным на стр. 160—162.

Вычисленный при этом модуль может отличаться от стандартного по ряду причин: износ шестерни, неточность измерения и т. д. Поэтому полученную величину необходимо округлить до ближайшей большей величины модуля, взятой по ГОСТ 9563—60.

При выполнении рабочего чертежа некорригированного конического зубчатого колеса с натуры необходимо:

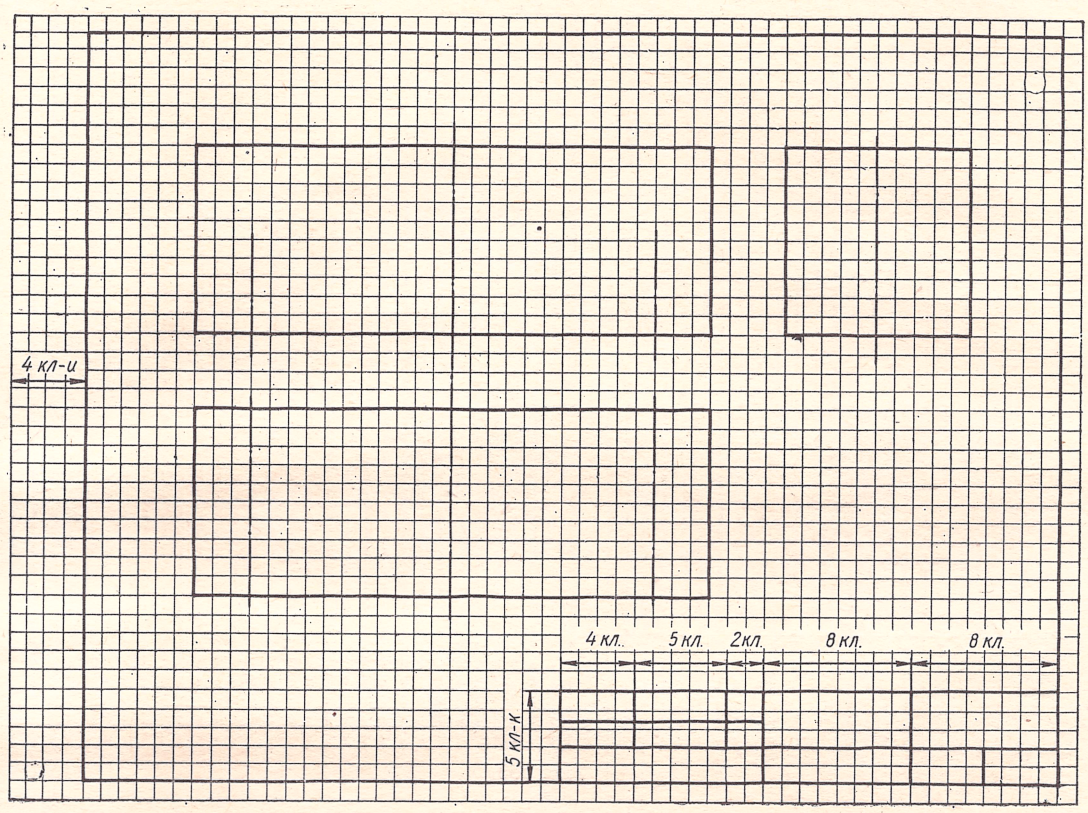


Рис. 378.

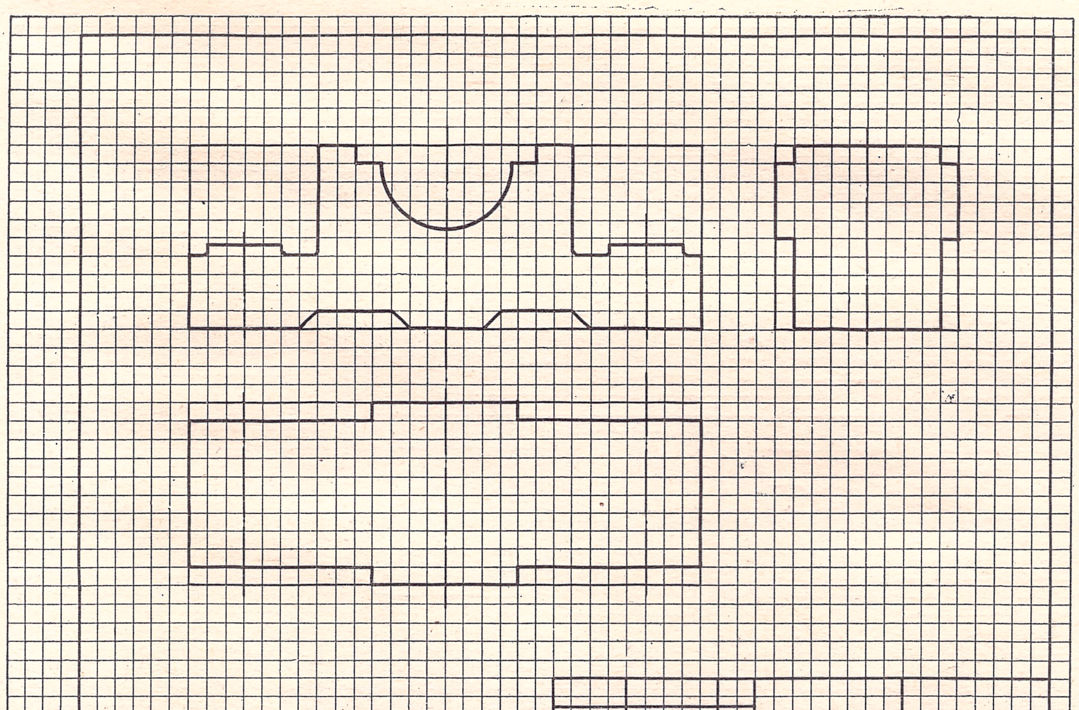


Рис. 379.

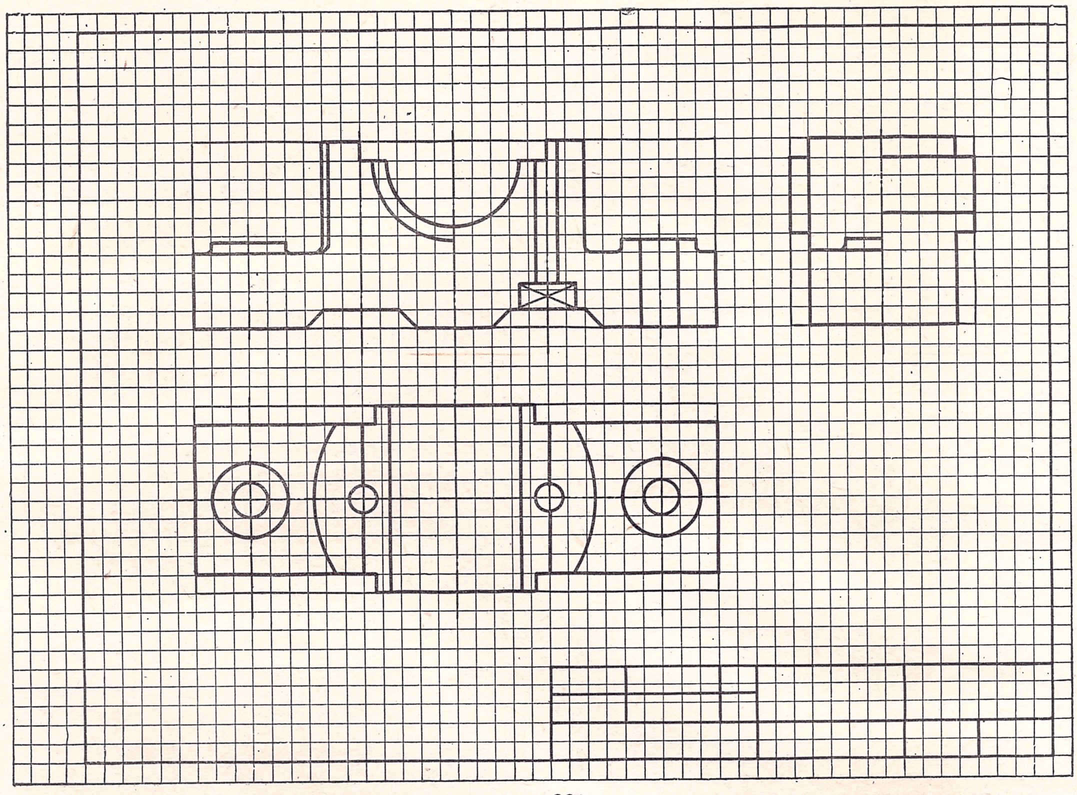


Рис. 380.

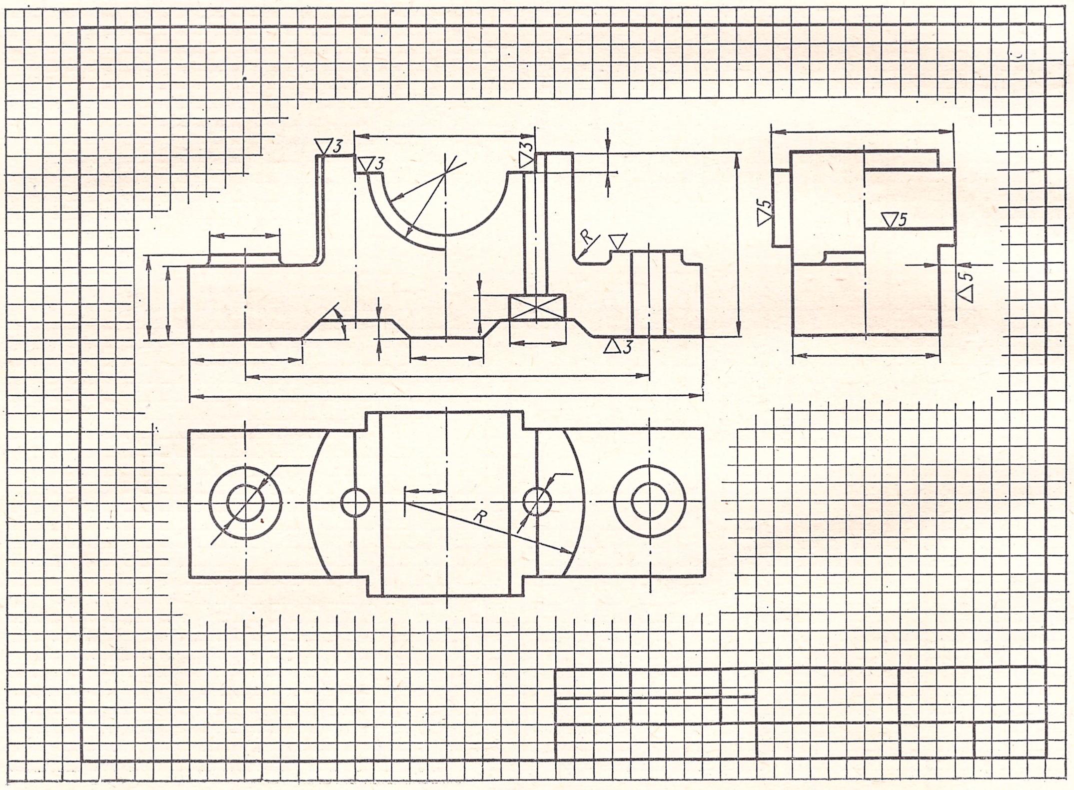


Рис. 381.

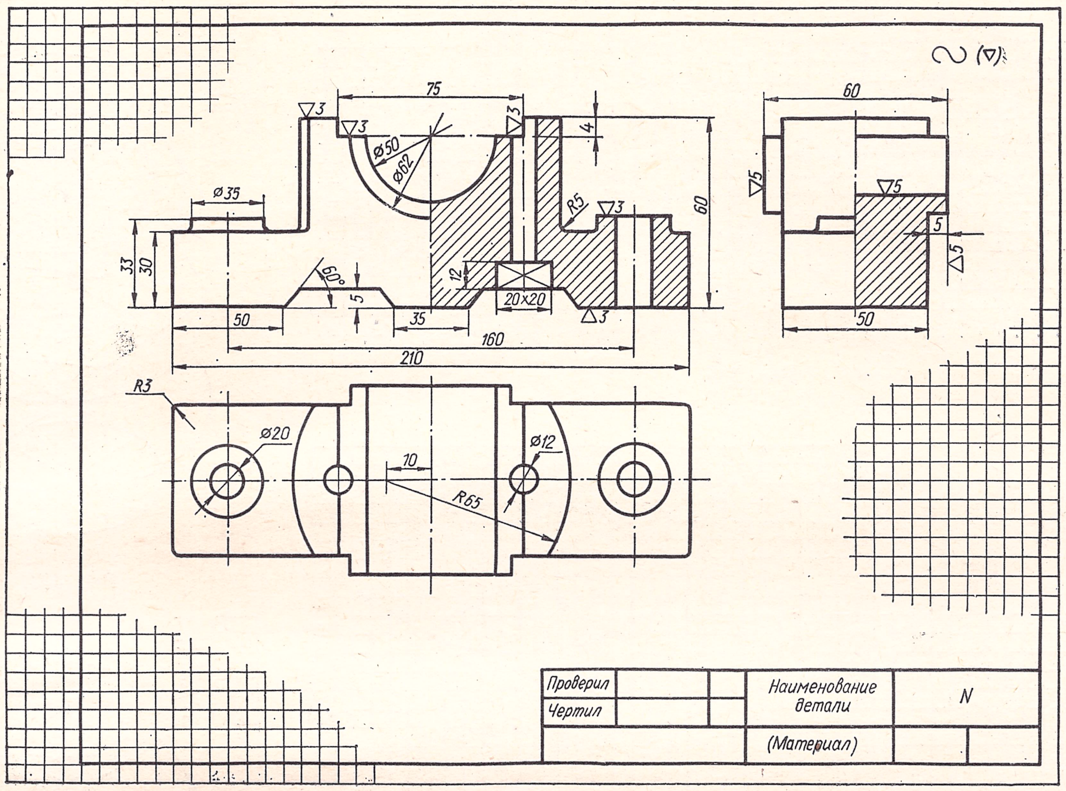


Рис. 382.

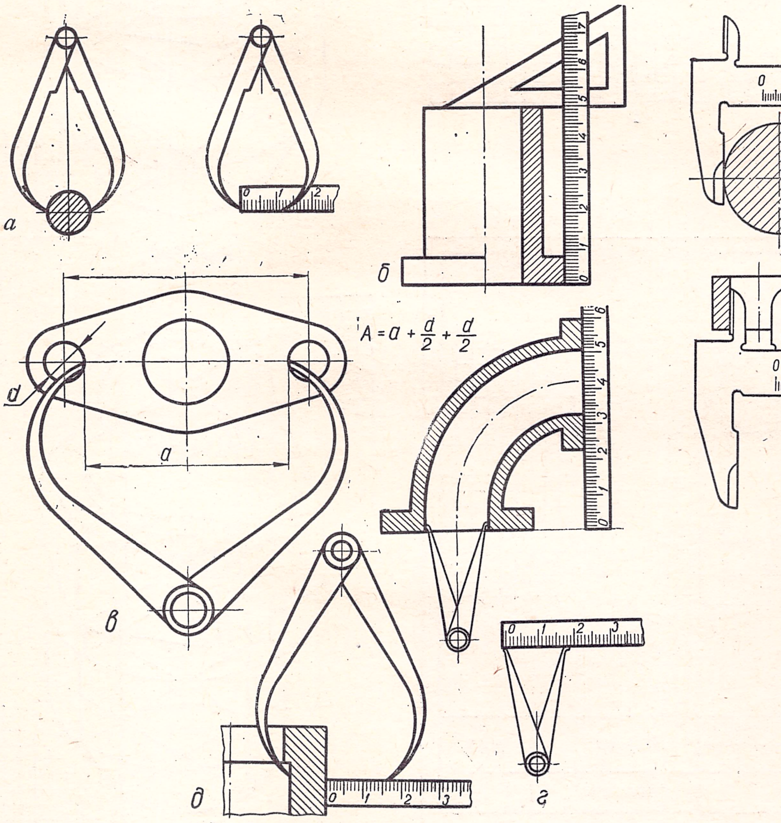
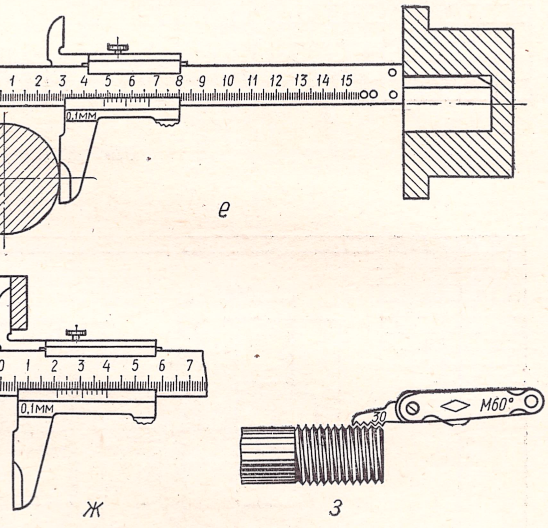



Рис. 383.

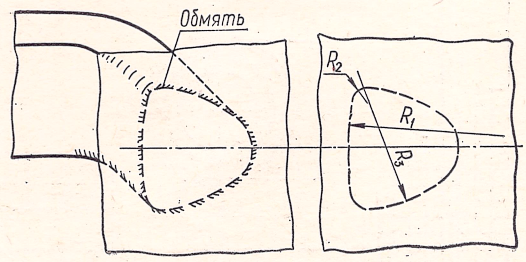


Рис. 384.

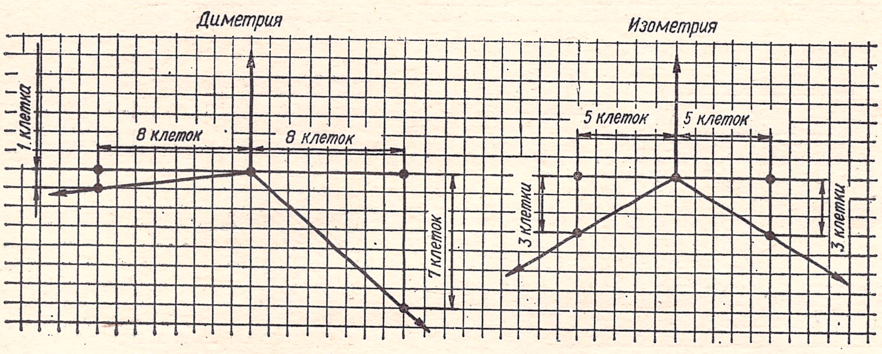


Рис. 385.

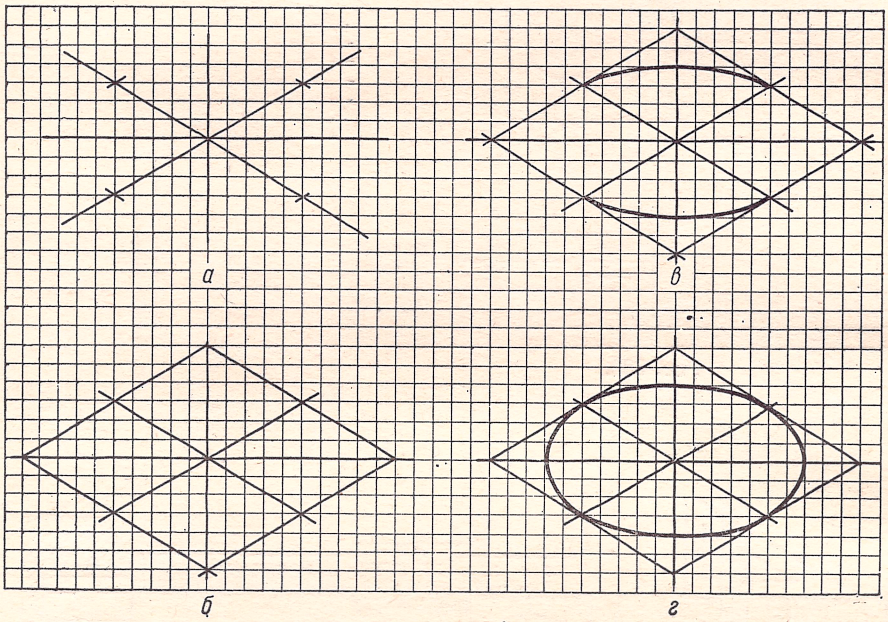


Рис. 386.

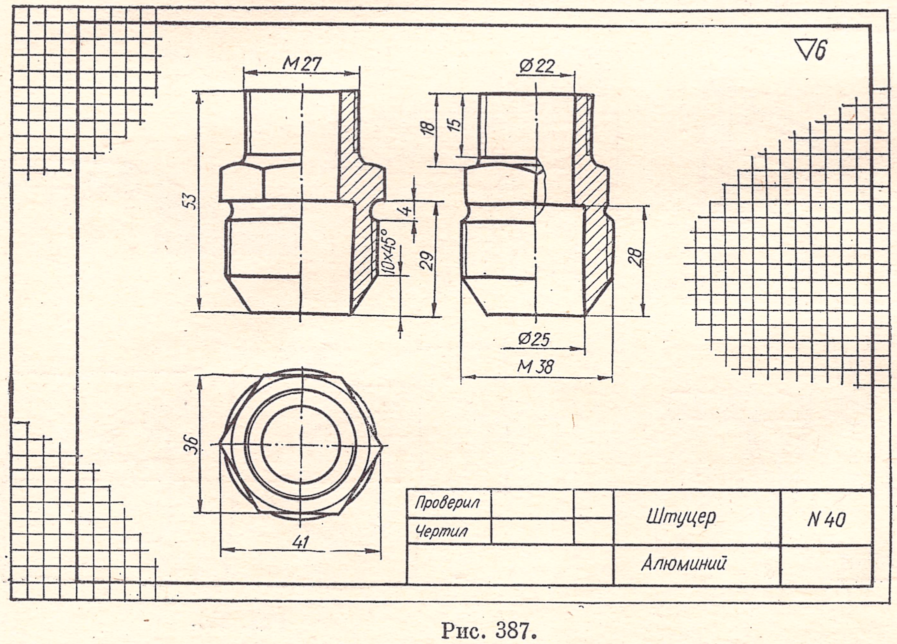


Рис. 387.

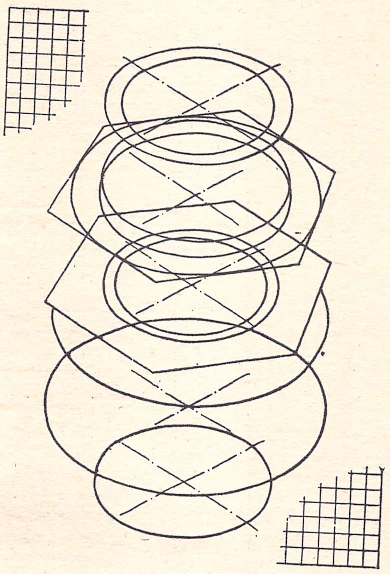


Рис. 388.

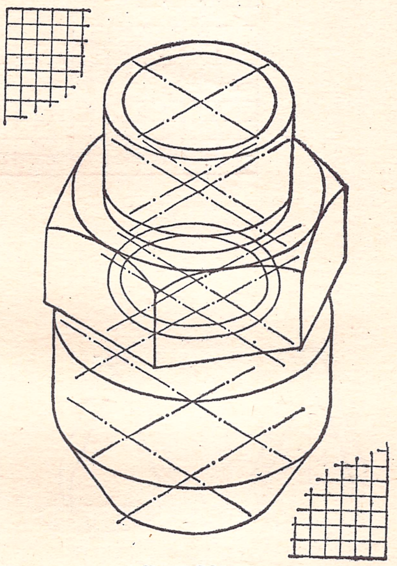


Рис. 389.

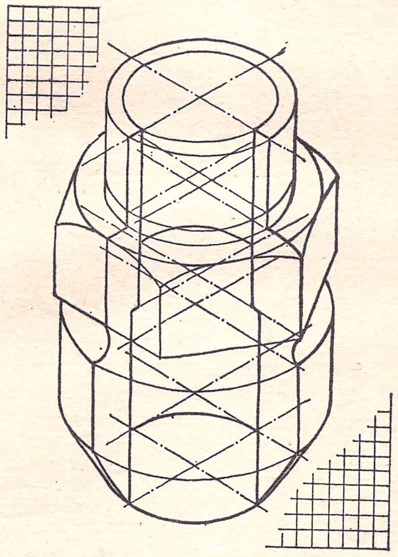


Рис. 390.

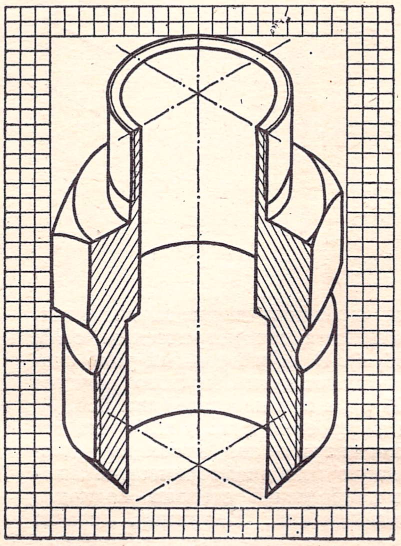


Рис. 391.

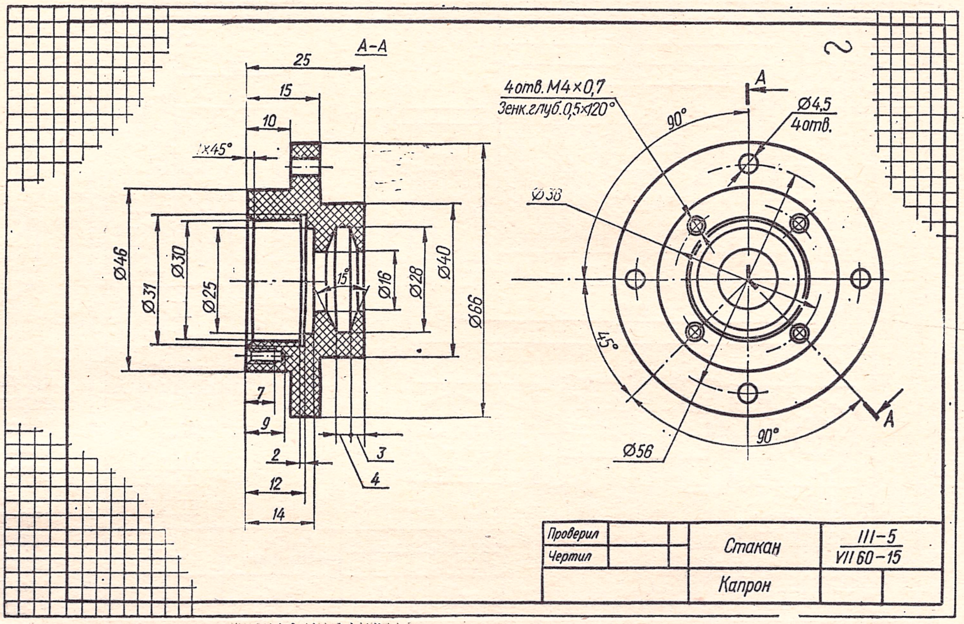


Рис. 392.

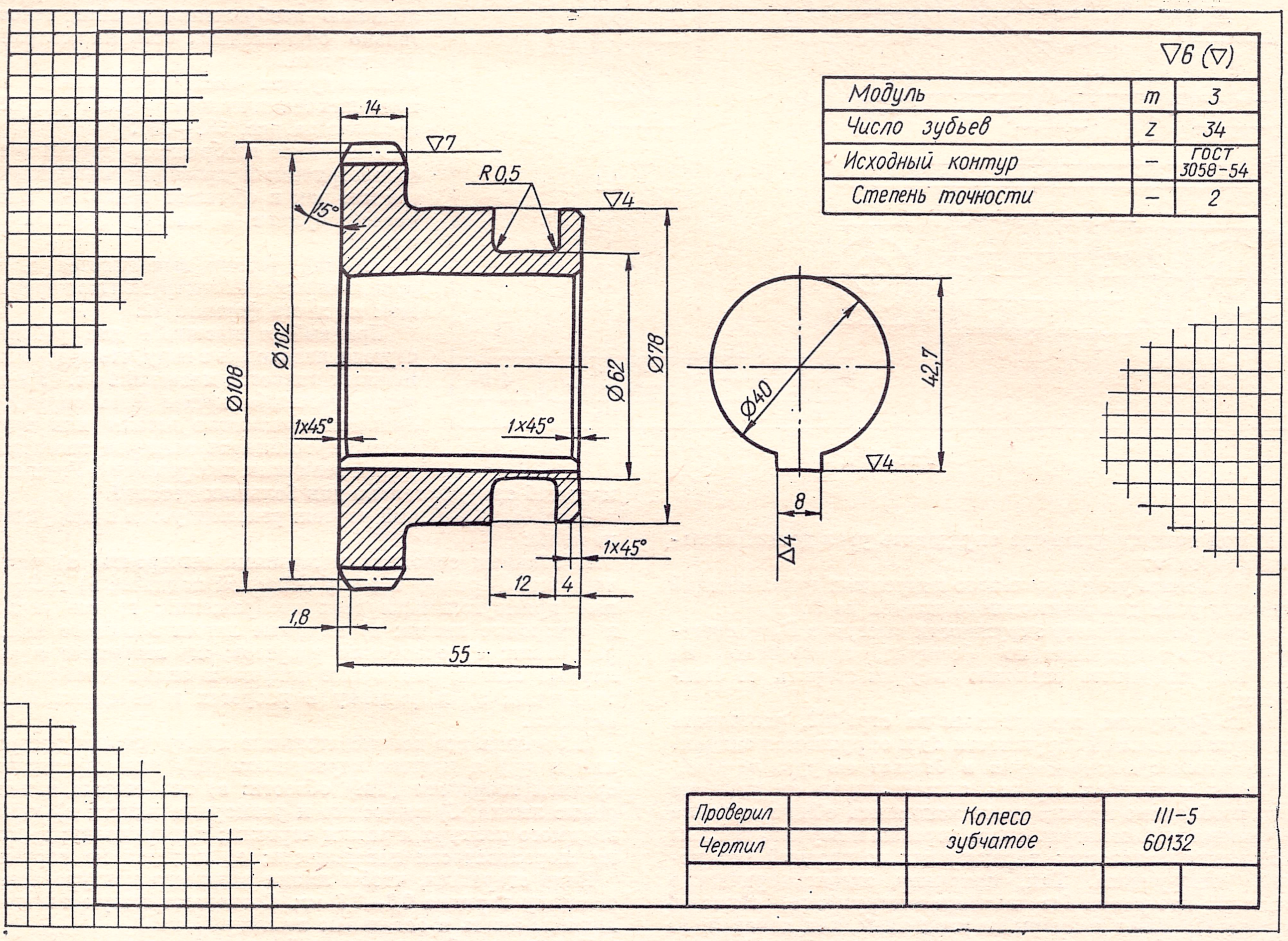


Рис. 393.

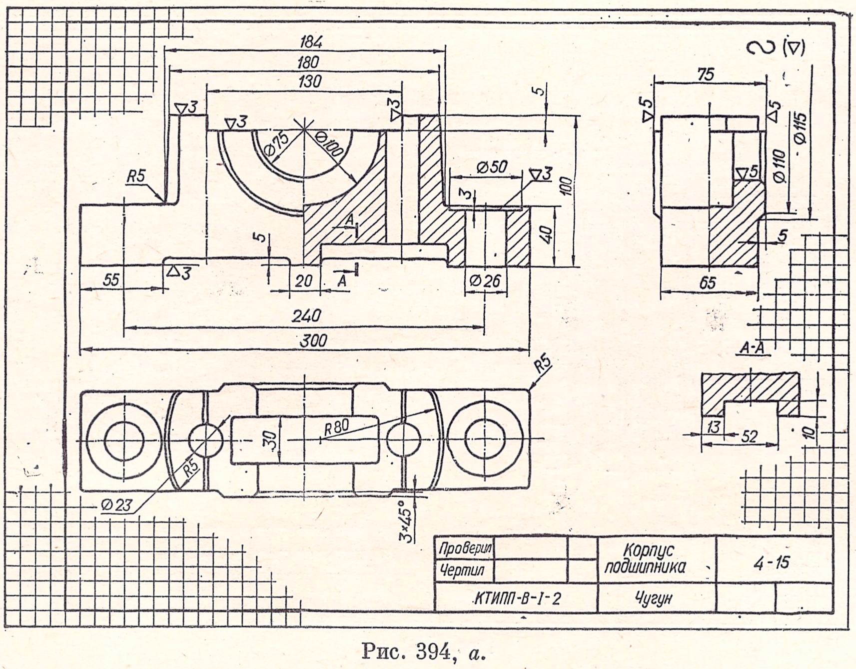


Рис. 394, *а*.

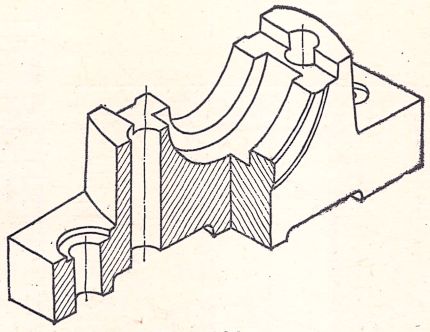


Рис. 394, *б*

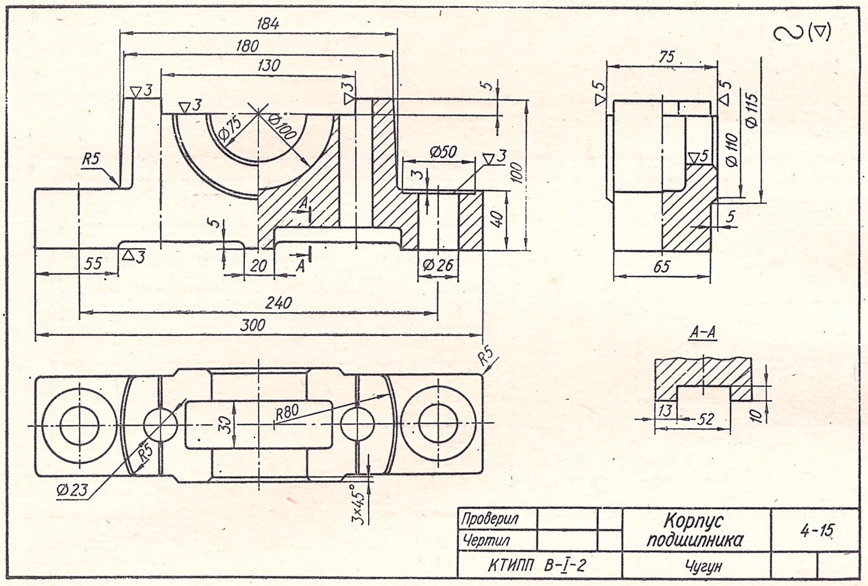


Рис. 394, *в*.

а) при помощи угломера определить угол дополнительного конуса ν;

б) вычислить угол начального конуса как дополняющий половину угла дополнительного конуса до 90°;

в) измерить диаметр окружности выступов D_e и определить модуль зацепления по формуле, приведенной на стр. 162; найденное значение модуля сверить со стандартом;

г) по формулам, приведенным на стр. 162, рассчитать диаметры начальной окружности d_∂ и окружности впадин.

Выполнение аксонометрии и детали от руки на глаз. Чтобы научиться строить аксонометрию от руки на глаз, необходимо прежде всего вспомнить общие правила построения аксонометрического чертежа и изучить приемы выполнения некоторых характерных построений без помощи инструмента. Так, например, аксонометрические оси легко построить без помощи инструмента, откладывая определенные размеры по клеточкам, как показано на рис. 385. Чтобы построить эллипс в изометрической проекции, следует на осях отложить равные отрезки (рис. 386, *а*), провести через полученные точки линии, параллельные аксонометрическим осям (рис. 386, *б*). В образованный ромб сначала вписывают дуги большого радиуса (рис. 386, *в*), а затем малого (рис. 386, *г*).

Для построения нужно выбирать тот вид аксонометрической проекции (изометрическую или диаметрическую), который в наибольшей степени подходит для данной детали. Например, детали, у которых три основных габаритных размера близки друг другу (кубические формы), рекомендуется выполнять в диаметрической проекции.

Изображение должно быть выполнено с вырезом части детали. На чертеже необходимо указать аксонометрические оси. Расположение аксонометрического изображения детали относительно осей должно строго соответствовать расположению изображения детали относительно одноименных осей на комплексном чертеже.

Рекомендуемая последовательность выполнения технического рисунка (рис. 387) показана на рис. 388—391.

Наглядное изображение детали в аксонометрической проекции выполняется так же, как и обычный эскиз, на листе писчей бумаги в клетку формата 12 или 11.

Рабочий чертеж выполняется с помощью чертежных инструментов карандашом на листе формата 12.

При выборе масштаба для рабочего чертежа надо иметь в виду, что предпочтительным является масштаб 1 : 1. Увеличение масштаба может быть оправдано большой сложностью детали или трудностью простановки размеров вследствие малой величины изображения. Уменьшать масштаб следует только для больших деталей.

Выполнять рабочий чертеж рекомендуется в следующем порядке:

1. Тонкими сплошными линиями вычертить: а) рамку чертежа; б) рамку и сетку основной надписи; в) габаритные прямоугольники всех изображений; г) все осевые и центровые линии; д) видимые линии внешнего контура детали; е) очертания разрезов; ж) выносные и размерные линии, размерные цифры и знаки чистоты поверхности; з) штриховку в разрезах и сечениях и все надписи.

2. Удалить все вспомогательные линии (линии построения и др.) и мягким карандашом (М) или карандашом средней твердости (ТМ) обвести: а) все осевые и центровые линии; б) выносные и размерные линии; в) линии видимого контура и рамки чертежа; г) штриховку; д) знаки шероховатости поверхности; е) надписи на чертеже.

Надо стараться, чтобы линия видимого контура имела толщину порядка 0,6—0,8 *мм*. Соответствующую толщину должны иметь и остальные линии чертежа.

Примеры рабочих чертежей деталей приведены на рис. 392—394.

При выполнении машиностроительных чертежей необходимо руководствоваться правилами изготовления чертежей и технической документации, изложенных в «Единой системе конструкторской документации». В этих ГОСТах даны определения и классификация изделий производства применительно к оформлению чертежей и других технических документов; приведена классификация чертежей и изложены общие требования, предъявляемые к оформлению рабочих чертежей; изложена система обозначения чертежей; установлена форма и содержание основных надписей и спецификации на чертежах; приведены установленные наименования и комплектность технических документов; определен порядок внесения изменений в чертежи и другие технические документы; установлены правила оформления дубликатов чертежей, правила хранения и учета чертежей и других технических документов.

5 СБОРОЧНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

Раздел IX. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИЯХ И ЧЕРТЕЖАХ

§ 47. ИЗДЕЛИЯ И ИХ СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ

Проекты всех отраслей машиностроения сводятся к выполнению чертежей предметов производства. Предмет производства, изготавливаемый на предприятии, называется изделием. В соответствии с ГОСТ 2.101—68 «Виды изделий» различают изделия основного производства и изделия вспомогательного производства.

К изделиям основного производства относятся предметы производства, включаемые, как правило, в номенклатуру продукции предприятия и предназначенные для поставки (реализации). Для автомобильного завода, например, изделием основного производства является автомобиль, для завода автомобильных двигателей — двигатель автомобиля, для завода крепежных изделий — гайки, болты, шпильки и т. д.

К изделиям вспомогательного производства относятся изделия, которые предприятие изготавливает только для собственных нужд. Изделия вспомогательного производства представляют собой конструктивно законченные предметы производства предприятия, предназначенные для технологического оснащения, как правило, собственного производства. К ним относятся, например, различные приспособления, штампы, режущие, измерительные и другие инструменты.

Для изготовления изделия основного производства предприятие может приобретать изделия других предприятий в готовом виде. В таком случае приобретаемое изделие, входящее в изделие основного производства, называется покупным (кроме изделий, получаемых в порядке кооперирования). Таким образом, автомобильный двигатель, изготовляемый заводом, является для него изделием основного производства, а для авторемонтного завода, получающего готовые двигатели без кооперирования производства,— покупным.

Устанавливаются следующие виды изделий: детали, сборочные единицы, комплексы и комплекты.

Кроме того, изделия, в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей, делят на неспецифицированные (детали), не имеющие составных частей, и специфицированные (сборочные единицы, комплексы, комплекты), состоящие из двух и более составных частей.

Деталью называется изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Сборочной единицей называется изделие, составные части которого соединяют между собой на предприятии сборочными операциями, например: автомобиль, станок, телефонный аппарат, редуктор и т. п.

Комплексом называется два и более изделия, не соединенных между собой на предприятии сборочными операциями, но предназначенных для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Каждое из этих изделий, входящих в комплекс, служит для выполнения одной или нескольких основных функций, установленных для всего комплекса, например: поточная линия станков, автоматическая телефонная станция и др.

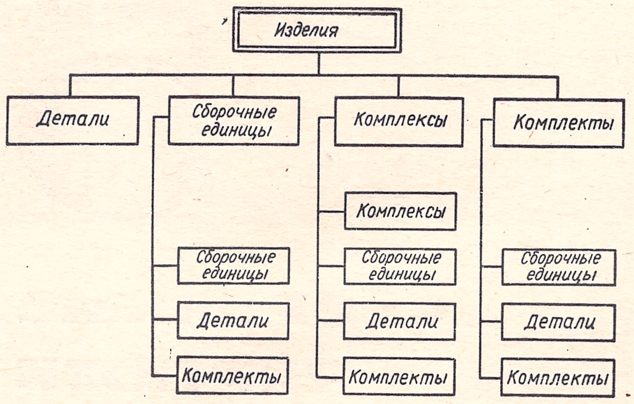


Рис. 395.

Комплектом называется два и более изделия, не соединенных на предприятии сборочными операциями и представляющих набор изделий, имеющих общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера, например: комплект запасных частей, комплект инструментов и принадлежностей, комплект измерительной аппаратуры.

Структура видов изделий представлена на рис. 395.

Изделия, в зависимости от соединения их составных частей, подразделяют на разъемные и неразъемные.

§ 48. ВИДЫ ЧЕРТЕЖЕЙ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

В зависимости от назначения чертежей, стадии проектирования, степени конструктивной и технологической отработки изделия, способа исполнения и содержания машиностроительные чертежи делятся на ряд видов.

При классификации чертежей в зависимости от целевого назначения их можно подразделять на следующие виды:

а) чертежи изделий основного производства;

б) чертежи изделий вспомогательного производства;

в) чертежи технологические, предназначенные для изготовления и контроля отдельных технологических операций при изготовлении деталей и сборке изделий (например, чертежи заготовок);

г) чертежи эксплуатационные, предназначенные только для использования при эксплуатации и обслуживании изделий и их составных частей.

Соответственно ГОСТ 2.102—68 «Виды и комплектность конструкторских документов» и ГОСТ 2.103—68 «Стадии разработки» чертежи изделий или, в целом, конструкторские документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на проектные и рабочие.

П р о е к т н ы е   ч е р т е ж и (документы), в свою очередь, делятся на чертежи эскизного проекта, которые содержат принципиальные конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы проектируемого изделия, и чертежи (документы) технического проекта, которые содержат окончательное техническое решение, дающее полное представление об устройстве разрабатываемого изделия, и предназначены для разработки рабочих чертежей.

Р а б о ч и м и   ч е р т е ж а м и называются чертежи, предназначенные для изготовления и испытания изделий и их составных частей. Они подразделяются на чертежи, предназначенные для серийного или массового производства, чертежи индивидуального производства, предназначенные для разового изготовления одного изделия, и ремонтные чертежи, предназначенные для подготовки ремонтного производства изделий, ремонта и контроля изделий после ремонта.

По способу исполнения все чертежи делятся на такие виды: э с к и з ы — чертежи временного характера, выполняемые, как правило, от руки без точного соблюдения масштаба и предназначенные для разового использования при проектировании и в производстве;

о р и г и н а л ы — чертежи, служащие для изготовления подлинников;

п о д л и н н и к и — чертежи, позволяющие многократное снятие с них копий и оформленные подлинными подписями должностных лиц;

д у б л и к а т ы — чертежи-копии подлинников, предназначенные для снятия с них копий;

к о п и и — чертежи идентичные подлиннику или дубликату, предназначенные для непосредственного использования в производстве, при проектировании или при эксплуатации.

Рабочие чертежи в зависимости от их содержания подразделяются на *чертежи деталей* и *сборочные чертежи*.

Чертежи деталей содержат изображение деталей и необходимые данные для их изготовления.

Сборочные чертежи содержат изображения изделий и другие необходимые данные для изготовления (сборки).

Кроме этого, по содержанию чертежи могут также подразделяться на:

чертежи о б щ и х   в и д о в, содержащие виды изделий и поясняющие конструкцию и принцип работы изделия;

чертежи т е о р е т и ч е с к и е, на которых определена геометрическая форма (обводы) изделия и даны координаты расположения составных частей;

чертежи г а б а р и т н ы е, содержащие контурное упрощенное изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;

чертежи м о н т а ж н ы е, содержащие контурное или упрощенное изображение изделий или их составных частей и необходимые данные для установки при монтаже;

с х е м ы, на которых показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

§ 49. ОБОЗНАЧЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗДЕЛИЙ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сборочным чертежам изделий (специфицированным и неспецифицированным) присваиваются обозначения изображенных на них предметов. Предусматриваются две системы нумерации изделий: обезличенная и предметная. *

Обезличенная система предусматривает нумерацию изделий и их составных частей по предварительно разработанной классификации для данной отрасли промышленности независимо от изделия.

Предметная система предусматривает нумерацию частей изделия в пределах конкретного изделия с включением присвоенного индекса изделия.

Если обезличенная система обозначений рекомендуется при большой номенклатуре одинаковых или однотипных составных частей изделия, широко применяемых в разных изделиях, то предметная система чаще применяется предприятиями с небольшой номенклатурой однотипных изделий или индивидуальным производством.

Выбор системы обозначений производится базовой организацией по нормализации и стандартизации.

При обезличенной системе чертежи изделий и их составных частей обозначаются по десятичной (децимальной) системе. Это обозначение состоит из различительного индекса предприятия, десятичной характеристики и порядкового номера. Части обозначения отделяются между собой точками.

Десятичная характеристика представляет собой совокупность цифр, указывающих, к какому классу, сектору, типу и виду относится данное изделие или его часть. Например, обозначение АБ8 · 7845 · 136 значит, что различительный индекс предприятия, присвоившего изделию индекс,— АБ8, десятичная характеристика изделия — 7845 (7 класс, 8 сектор, 4 тип, 5 вид) и порядковый номер — 136.

При предметной системе обозначения изделий в общем случае состоят из следующих знаков: индекса изделия, классификационных или порядковых номеров комплексной группы, группы, входящей в комплексную группу, и узлов или деталей. Например, обозначение 75.24.17.152 указывает на деталь 152 группы 17, входящей в комплексную группу 24 изделия 75.

Индекс изделия может состоять также из арабских цифр, прописных букв русского алфавита или их сочетания. Знаки, предназначенные для указания порядковых номеров узлов, обозначаются числом, оканчивающимся нулем, детали — значащей цифрой.

В зависимости от сложности структуры изделия используются только части этих знаков. Например, узел комплексного изделия с простыми группами может быть обозначен так: Б2.23.030 (узел 030, входящий в группу 23 изделия Б2).

Деталь простого изделия может быть обозначена, например, так: Д6.105 (деталь 105 непосредственно входящая в изделие Д6).

* Ко времени издания учебника ГОСТ 2.201—68 не был выпущен в свет, поэтому автор использовал ГОСТ 5294—60.

Сборочные чертежи студентов рекомендуется обозначать по предметной системе, считая сборку простым изделием, в котором все детали входят непосредственно в изделие или узлы изделия.

§ 50. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СБОРОЧНЫМ ЧЕРТЕЖАМ

Сборочные чертежи предназначены для сборки изделия из деталей, изготовленных по рабочим чертежам.

Сборочные чертежи должны давать ясное представление о конструкции изделия, о взаимодействии входящих в них деталей и служить наглядной технической документацией в сборочных цехах при выполнении сборочных операций и приемке конструкций.

Рабочие чертежи сборочных единиц разрабатываются, как правило, на каждое изделие.

Сборочный рабочий чертеж изделия или составной его части должен в совокупности с техническими требованиями содержать:

а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу и обеспечивающих возможность сборки. Допускается, при необходимости, на сборочных чертежах помещать схему соединения или расположения составных частей изделия;

б) размеры и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

в) указания о необходимой обработке деталей в процессе сборки или после нее;

г) указания о характере сопряжения, если точность сопряжения обеспечивается не заданными отклонениями размеров, а подбором или пригонкой;

д) указания о способе соединения неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

е) выноски с указанием на них номеров позиций составных частей, входящих в изделие;

ж) габаритные размеры изделия;

з) установочные и присоединительные размеры, а также необходимые справочные размеры;

и) основную надпись и спецификацию, в которой содержится перечень деталей, входящих в сборку и сведения об их количестве.

Каждый сборочный чертеж изделия или его составной части следует выполнять на отдельном листе стандартного формата.

Формат сборочного чертежа выбирают в зависимости от габаритных размеров изделия или его составной части и принятого масштаба.

Количество видов, разрезов и сечений на сборочном чертеже должно быть минимальным, но достаточным для полного представления о конструкции, взаимодействии ее частей и выполнения сборки.

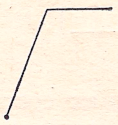


Рис. 396.

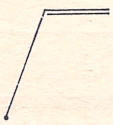


Рис. 397.

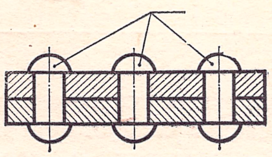


Рис. 398.

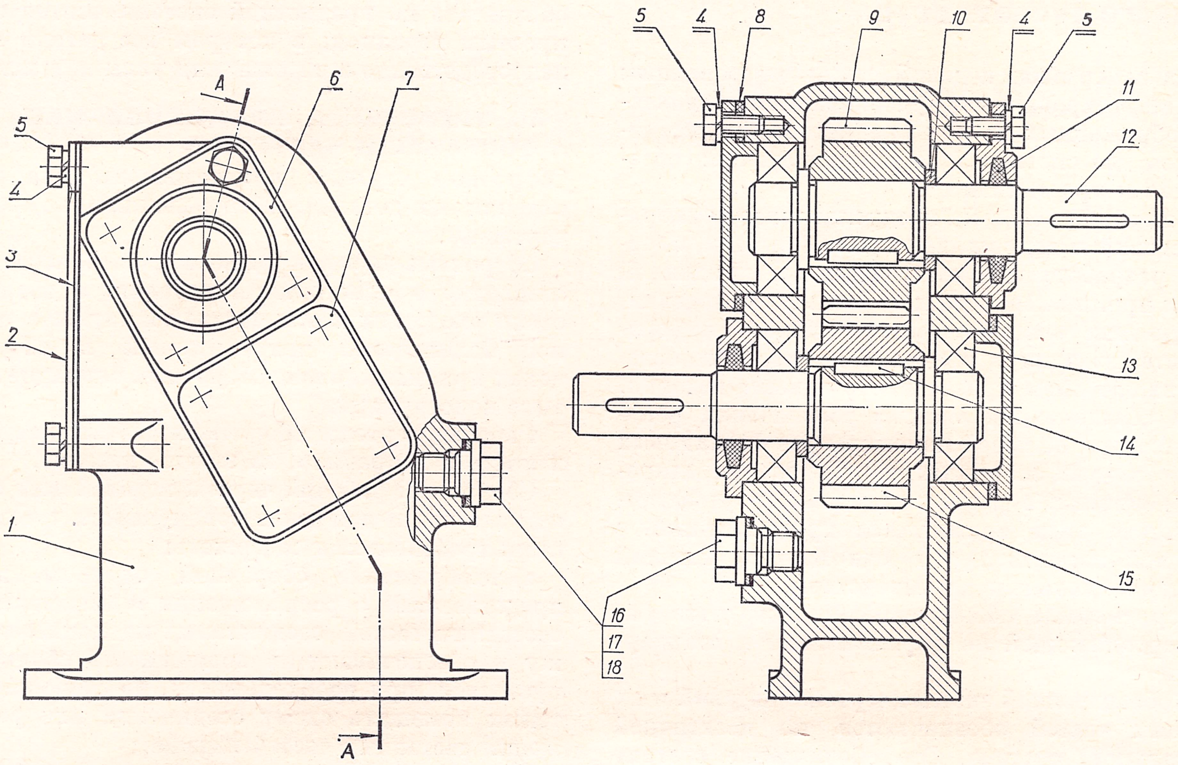


Рис. 399.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
		1	21—023	*Шестерня*	1	
		2	21—024	*Шестерня*	1	
		3	21—035	*Гайка*	1	
		4	21—037	*Размах*	1	
		5	21—119	*Гайка*	1	
		6	21—120	*Шайба*	2	
		7	21—153	*Уплотнитель*	1	
		8	21—180	*Прокладка*	2	
		9	21—207	*Корпус*	1	
		10	21—211	*Крышка*	1	
		11	21—212	*Крышка*	1	
		12	21—213	*Прокладка*	2	
		13	21—215	*Прокладка*	1	
		14	21—216	*Крышка*	1	
		15	—	*Болт М10×25 ГОСТ 7798—62*	6	
		16	—	*Болт М10×35 ГОСТ 7798—62*	3	
		17	—	*Шайба стопорная 11 ГОСТ 3693—52*	9	
		18	—	*Винт 8×16 ГОСТ 1491—62*	3	
		19	—	*Шарикоподшипник радиальный 306 ГОСТ 8338—57*	2	
		20	—	*Провод 01, 2 ГОСТ 3282—46 L-290*	1	

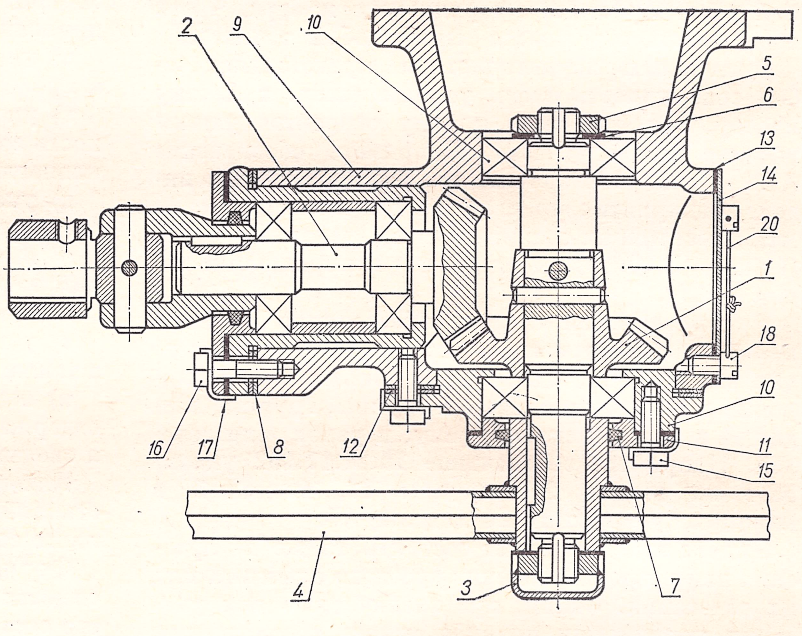


Рис. 400.

В сложных чертежах изделий или их составных частей следует прибегать к дополнительным видам, разрезам и сечениям, расположенным вне проекционной связи с основными видами.

На сборочном чертеже расположение изделия должно соответствовать положению, которое оно занимает в процессе сборки.

К числу необходимых размеров, проставляемых на сборочном чертеже, относятся:

а) габаритные (длина, ширина, высота);

б) установочные и присоединительные, необходимые для правильной установки изделия на месте монтажа или присоединения к другому изделию;

в) проверяемые при сборке размеры с предельными отклонениями, а также размеры выполняе-

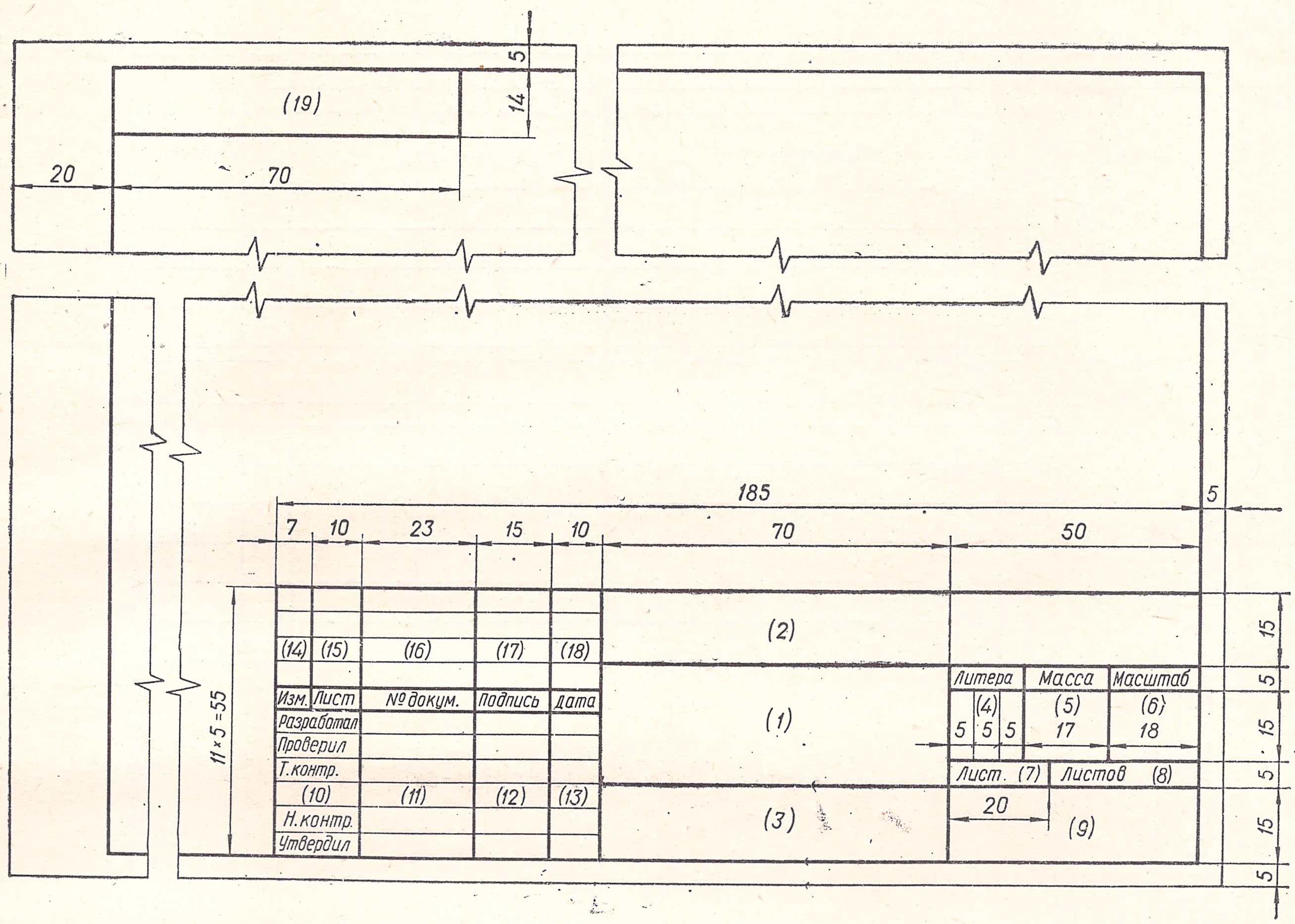


Рис. 401.

мой обработки при сборке с указанием требуемой частоты обработки.

Все детали сборки должны иметь присвоенный им номер позиции. Номера позиций указываются на выносках, которые заканчиваются полками (рис. 396). Номер позиции, как правило, на чертеже обозначается один раз. Повторное указание выделяется двойной полкой (рис. 397).

Допускается выноски от ряда одинаковых составных частей изделия заканчивать одной общей полкой (рис. 398).

Номера позиций располагаются параллельно основной надписи чертежа и группируются в строчку или колонку вне контуров проекций и на том виде, разрезе или сечении, на котором обозначаемая часть изделия проецируется, как видимая.

Номера позиций на выносках проставляются в возрастающем порядке по часовой или против часовой стрелки в пределах всего листа (рис. 399), либо в соответствии с порядком позиций, принятом в спецификации данного сборочного чертежа (рис. 400). Линии-выноски и полки выполняют сплошными тонкими линиями.

Линии-выноски проводят так, чтобы они не пересекались между собой, не были параллельны линиям штриховки и, по возможности, не пересекали изображения других составных частей и размерных линий чертежа. Линия-выноска одним концом заходит на изображение обозначаемой составной части изделия и заканчивается точкой, а другим — соединяется с полкой. В случае, когда линия-выноска не может заходить на изображение тонких деталей, ее заканчивают стрелкой к контуру детали.

Основная надпись — (угловой штамп) на сборочных чертежах, как и на других рабочих чертежах, располагается в правом нижнем углу чертежа.

Основная надпись для чертежа изделий основного производства в соответствии с ГОСТ 2.104—68 «Основные надписи» выполняется по приведенной форме (рис. 401).

В графе *1* * указывается наименование изделия, а также наименование документа, если этому документу присвоен шифр; в графе *2* — обозначение документа (по ГОСТ 2.201—68); в графе *3* — обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей); в графе *4* — литера, присвоенная данному документу по ГОСТ 2.103—68; в графе *5* — масса изделия по ГОСТ 2.109—68; в графе *6* — масштаб (в соответствии с ГОСТ 2.302—68 и ГОСТ 2.109—68); в графе *7* — порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют); в графе *8* — общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе); в графе *9* — наименование или различительный индекс предприятия, выпустившего документ; в графе *10* —

* Номера граф на форме показаны в скобках.

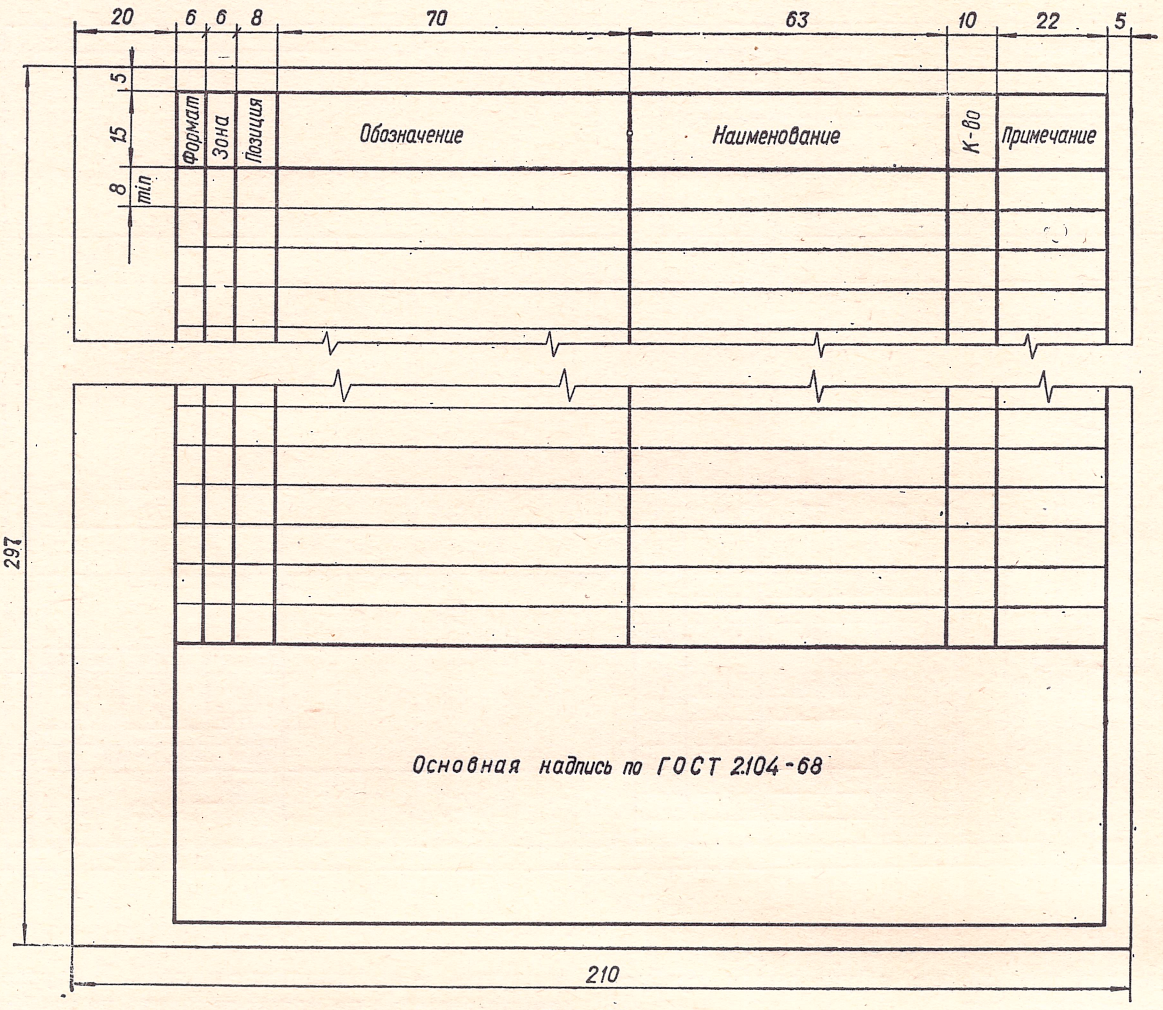


Рис. 402.

характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ; в графе *11* — фамилии лиц, подписавших документ; в графе *12* — подписи лиц, фамилии которых указаны в графе *11*; в графе *13* — дату подписания документа; в графах *14—18* — графы таблицы изменений, которые заполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.503—68; в графе *19* — обозначение документа, повернутое на 180° для формата *11* и для форматов больше *11* при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа и на 90° — для форматов больше 11 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа.

При необходимости к графам основной надписи добавляются дополнительные графы *.

На сборочную единицу (комплекс и комплект) на отдельных листах составляют спецификацию — таблицу сведений о составных частях изделия.

Если сборочный чертеж выполнен на формате *11*, ГОСТом допускается спецификацию совмещать с чертежом. В соответствии с ГОСТом спецификация содержит 7 граф (рис. 402); в графе «Формат» указывают формат чертежа; в графе «Зона» — обозначение зоны, в которой размещен сборочный чертеж (если поле чертежа разбито на зоны по ГОСТ 2.104—68); в графе «Позиция» — порядковые номера составных частей, входящих в изделие; в графе «Обозначение» — обозначения основных конструкторских документов на составные части изделия, входящих в сборку; в графе «Наименование» — наименования составных частей изделия в соответствии с основной надписью на основных конструкторских документах этих частей изделия; в графе «Количество» указывают для составных частей изделия количество деталей, входящих в данное специфицированное изделие; в графе «Примечания» — дополнительные сведения, относящиеся к записанным в спецификацию составным частям изделия.

В спецификациях для изделий при плазовом методе производства вводятся также дополнительные графы для массы и материала каждой детали.

Сборочные чертежи кроме основной надписи и спецификации могут содержать технические требования, не изображенные графически и проверяемые при окончательной приемке изделия.

Технические требования записывают в правой части чертежа либо, при большом объеме записей, оговаривают в отдельных технических условиях, на которые делается ссылка в технических требованиях чертежа.

* См. форму 1 из ГОСТ 2.104—68 «Основные надписи».

Вопросы для самопроверки

1. Что называется изделием?
2. Что такое изделие основного и вспомогательного производства?
3. Что называется деталью, сборочной единицей, комплектом, комплексом?
4. Какие существуют стадии разработки чертежей?
5. Какие существуют виды чертежей?
6. Что представляет собой система обозначения изделий?
7. Какие основные требования предъявляются к сборочным чертежам?
8. Какие сведения помещают в основной надписи?
9. Из каких граф состоит спецификация?

Раздел X. СОСТАВЛЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 51. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

Сборочные чертежи выполняются либо при проектировании нового, еще не существующего изделия, либо путем вычерчивания изделия с натуры.

В курсе машиностроительного черчения для учебных целей сборочные чертежи составляются только с готового изделия в натуре.

Такие сборочные чертежи выполняют в два этапа: сначала составляют эскизы деталей, входящих в сборку, а затем выполняют по эскизам сборочный чертеж.

Для выполнения сборочного чертежа изделия с натуры рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

1. Ознакомиться с изделием, сборочный чертеж которого необходимо составить. Установить назначение изделия и принцип его работы. Определить составные части изделия и способы соединения деталей (резьбовое, сварное и т. д.).

2. Установить порядок сборки изделия. Для этого сначала изделие необходимо разобрать на составные части, а затем в обратном порядке собрать.

3. Составить схему деления изделия на составные части.

4. Обозначить (пронумеровать) составные части изделия и внести их в составленную схему изделия, а затем и в спецификацию сборочного чертежа в графу «Обозначение».

5. Выполнить эскизы всех деталей изделия (кроме стандартных) в полном соответствии с правилами составления эскизов.

Составленные эскизы тщательно проверить, особенно наличие всех необходимых размеров сопрягаемых деталей.

6. Определить необходимое количество изображений (видов, разрезов, сечений, местных видов) сборочного чертежа и его масштаб, отдавая предпочтение масштабу 1 : 1.

7. В зависимости от указанного выше выбрать формат листа. Выполнить рамку чертежа, основную надпись (рис. 401) и спецификацию (рис. 402) с количеством строк, соответствующим числу деталей, входящих в сборку.

8. В виде габаритных прямоугольников наметить на поле чертежа расположение всех предполагаемых для изображения видов, разрезов, вынесенных сечений, местных видов, а также места для технических условий (при необходимости). В каждом габаритном прямоугольнике наметить оси симметрии изображения.

9. Приступить к выполнению сборочного чертежа. Сначала вычертить во всех проекциях тонкими линиями контуры деталей, начиная с наиболее крупных и переходя к более мелким. Затем проставить необходимые размеры (нанести размерные линии и числа), выполнить штриховку в разрезах и сечениях. Тщательно проверив чертеж, обвести все линии чертежа.

10. Нанести номера позиций, выполнить надписи в основной надписи и заполнить спецификацию, выполнить все другие необходимые надписи.

§ 52. УСЛОВНОСТИ И УПРОЩЕНИЯ НА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

С целью облегчения выполнения сборочных чертежей допускается ряд условностей и упрощений.

На видах и разрезах в сборочных чертежах можно не показывать элементы деталей (фаски, галтели, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы). Шестигранные и квадратные гайки и головки болтов рекомендуется изображать упрощенно, без конических фасок (рис. 403).

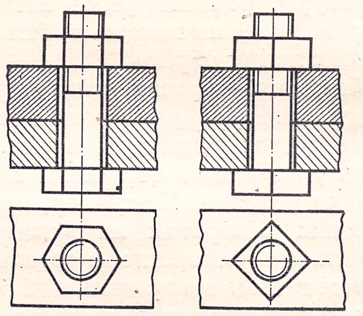


Рис. 403.

Если необходимо показать составные части изделия, закрытые крышками, щитами, кожухами, перегородками и т. п., то последние допускается не изображать. В этом случае на чертеже должна быть сделана надпись типа: *крышка не показана*.

Допускается не показывать видимые части изделий или их элементы, расположенные за пружиной или частично закрытые деталями, расположенными впереди.

Пружина, изображенная сечениями ее витков, считается также закрывающей расположенные за ней предметы в пределах осевых линий сечений витков или самих сечений витков (рис. 404).

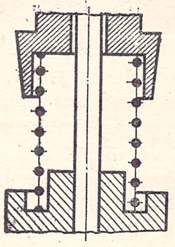


Рис. 404.

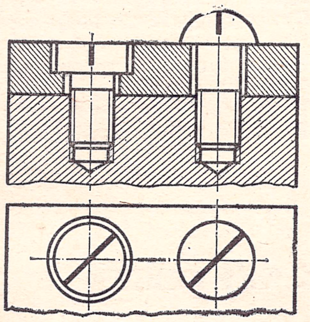


Рис. 405.

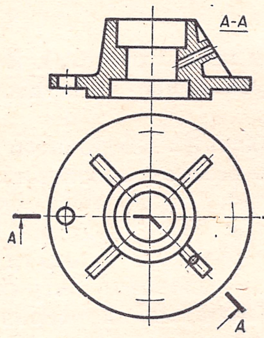


Рис. 406.

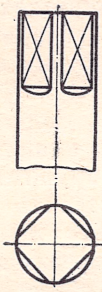


Рис. 407.

Предметы, изготовленные из прозрачных материалов, следует изображать как непрозрачные.

Шлицы головок винтов, шурупов и др. рекомендуется показывать одной сплошной утолщенной линией (рис. 405).

Сварной узел, если он показан в сборе с другими узлами, допускается показывать как монолитное тело.

Если вид, разрез или сечение представляет собой симметричную фигуру, рекомендуется показывать половину изображения (или несколько более половины) с проведением линии обрыва.

Если деталь на сборочном чертеже имеет несколько одинаковых, равномерно расположенных элементов, то рекомендуется показывать полностью один-два таких элемента, а остальные показывать упрощенно или условно. Например, при изображении одинаковых отверстий на фланце полностью показывается одно отверстие, а остальные фиксируются пересечением центровых линий.

Проекции линий пересечения кривых поверхностей на сборочных чертежах допускается вычерчивать упрощенно, если по условиям производства не требуется их точное построение. Например, вместо лекальных кривых можно проводить дуги окружности.

Плавный переход от одной поверхности к другой показывается условно либо совсем не показывается.

Такие детали, как болты, шпильки, винты, заклепки, оси, шпонки, непустотелые валы, шпиндели, клинья и т. п., в продольном разрезе показывают нерассеченными. А такие элементы, как спицы маховиков, зубчатых колес, шкивов, тонкие стенки (ребра жесткости), изображаются незаштрихованными.

Если на перечисленных деталях имеются местные сверления или углубления, то их следует изображать, применяя местные разрезы (рис. 406).

Также нерассеченными показывают попавшие в разрез шарики, гайки и шайбы под них. Незначительные конусность или уклон рекомендуется изображать с увеличением.

Для отметки грани квадратного стержня или отверстия рекомендуется проводить на ней диагонали сплошными тонкими линиями (рис. 407).

Вопросы для самопроверки

1. В какой последовательности выполняется сборочный чертеж?
2. Какие условности и упрощения применяют на сборочных чертежах?

Методические указания и задания к части V «Сборочные чертежи»

Целью выполнения задания является изучение правил составления сборочных чертежей по эскизам деталей изделия, снятых с натуры.

Студенты, имеющие возможность выполнять задание на кафедре (общетехническом факультете, УКП) получают там изделие по указанию преподавателя.

Студенты, не имеющие такой возможности (студенты-заочники) самостоятельно подбирают по месту работы изделие, состоящее из 5—8 деталей, не считая стандартных (болтов, гаек, шайб, винтов, шпилек и т. п.). В качестве объектов для сборочного чертежа, которые выбирают студенты самостоятельно, могут быть, например, домкрат, газовый или водопроводный вентиль, тиски, подшипник, предохранительный клапан *.

Перед тем как приступить к выполнению задания, следует изучить материал раздела V.

Сборочный чертеж следует выполнять в строгой последовательности, которая изложена в § 51.

Для учебных чертежей рекомендуется составлять схему деления изделия на составные части по предметной системе обозначения.

Эскизы всех деталей, входящих в сборку, оформляются в соответствии с правилами, изложенными в методических указаниях к IV части «Рабочие чертежи и эскизы деталей».

Эскизы следует выполнять на листах клетчатой бумаги формата 11. Для больших деталей можно использовать формат 12.

Рекомендуется сначала составлять эскизы более мелких и простых деталей, переходя затем к более крупным и сложным. Не закончив эскиз одной детали, не следует переходить к другой.

На стандартные детали (болты, гайки и т. п.) эскизы составлять не следует. Измерив их параметры, следует выбрать обозначения по соответствующим ГОСТам или ОСТам и записать. Эти записи в дальнейшем вносятся в спецификацию.

Материал, из которого изготовлена каждая деталь, можно записывать в основной надписи эскиза без указания марки.

Поскольку сборочный чертеж составляется исключительно по эскизам уже без обращения к натуре, эскизы должны иметь исчерпывающее количество видов, разрезов, сечений и размеров детали, необходимых для выявления ее наружных и внутренних очертаний.

На эскизе главный вид детали выбирают с таким расчетом, чтобы максимально выявить ее форму и размеры. Поэтому главный вид на эскизе может не соответствовать занимаемому рабочему положению детали в сборке.

* Студенты механических специальностей, которые по программе выполняют два сборочных чертежа, в качестве объекта второй сборки подбирают более сложное изделие, например, редуктор, насос, муфту и др.

Тщательно проверив составленные эскизы и обратив особое внимание на увязку размеров сопряженных деталей, эскизы брошюруют в тетрадь и в последующем представляют вместе со сборочным чертежом.

В зависимости от величины и сложности сборочный чертеж рекомендуется выполнять на формате 24 или 22.

Количество видов сборочного чертежа также зависит от сложности сборки. Однако на учебных чертежах рекомендуется использовать три вида: главный, вид сверху и вид сбоку.

Если изделие представляет собой симметричную фигуру, то на сборочном чертеже рекомендуется соединять половину вида и половину разреза. При вертикальной оси симметрии разрез располагается справа, а при горизонтальной — снизу.

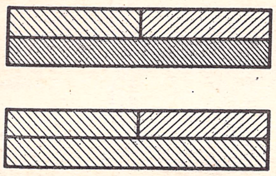


Рис. 408.

Одна и та же деталь в разрезах штрихуется на всех проекциях с наклоном линий в одну и ту же сторону и с равными расстояниями между штрихами. Две сопрягаемые детали в разрезе штрихуются с наклоном линий в разные стороны. Если сопрягаемых деталей больше, то штриховку разнообразят за счет изменения расстояния между штрихами или сдвигом линий штриховки (рис. 408).

Основная надпись для задания «Сборочный чертеж» должна соответствовать форме, помещенной на рис. 401.

В графе *3* вместо условного обозначения материала следует написать слово «*Сборочный*», в графе *9* — сокращенное наименование вуза, факультета, группы или шифр студента, в графе *10* — через строчку слова «*Чертил*», «*Проверил*» и «*Принял*», а в *11* и *12* — фамилии и подписи студента и преподавателя. Графы *4, 5, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18* на учебных чертежах не заполняются.

В учебных целях студентам можно рекомендовать для спецификаций форму, отличную от утвержденной ГОСТ 2.108—68, приведенную на рис. 409. Эту спецификацию можно размещать непосредственно на чертеже над основной надписью. В графе «Материал» записывают материал детали и соответствующий номер ГОСТ на материалы.

Графы спецификации можно заполнять лишь после того, как на сборочном чертеже будут проставлены номера позиций всех деталей.

Наименования деталей записывают в именительном падеже единственного числа. При наименовании, состоящем из двух слов, на первом месте пишут имя существительное, например: «Болт откидной».

Для стандартных деталей графу «Обозначение» не заполняют, а в графе «Наименование» пишут наименование детали и соответствующий номер ГОСТа, например: Гайка М12, ГОСТ 2524—62.

Пример выполнения сборочного чертежа. На рис. 410 изображен клапан запорный проходной. Назначение запорного проходного клапана — регулирование пропуска жидкости в трубопроводной сети. Клапан запорный присоединяется к трубопроводу двумя боковыми фланцами. К верхнему фланцу корпуса четырьмя шпильками присоединяется крышка, через которую пропущен шпиндель, снабженный на нижнем конце запорной тарелкой. На верхнем конце шпинделя имеется маховик.

Вращением маховика вместе со шпинделем регулируется пропуск жидкости через запорный клапан. Подъем или опускание шпинделя осуществляется благодаря прямоугольной резьбе на шпинделе и резьбовой втулке крышки.

Для предотвращения просачивания жидкости по шпинделю в крышке помещают сальниковое устройство. Сальниковую набивку помещают в цилиндрическую выточку в крышке и обжимают сальниковой крышкой, которая прижимается при помощи двух откидных болтов.

На рисунке видно два основных узла этого изделия: корпус в сборе и крышку в сборе. Из-за отсутствия натуры третий основной узел — клапан в сборе — можно увидеть на готовом сборочном чертеже (рис. 411).

Порядок разборки клапана (рис. 411) следующий: отвернув четыре гайки *5* (М14), снять крышку *2* вместе с клапаном *8, 20, 21, 22;* отвернув гайку *13* (М6), снять маховик *11*; вывернуть шпиндель *8* из втулки *9*; отвернуть гайку-колпачок *21* из тарелки *22;* отвернув гайки *15* (М10), откинуть болты откидные *17* и снять крышку сальника *7;* из крышки *2* извлечь сальниковое уплотнение *6* и кольцо опорное *3;* из крышки извлечь винт *10* (М5) и вывернуть втулку резьбовую *9*.

Ознакомившись с конструкцией изделия, приступаем к составлению схемы его деления на составные части. Как видим, изделие состоит из трех основных частей: крышки в сборе, корпуса в сборе и клапана в сборе. Гайки М6 и М20, шайба и маховик не входят ни в одну из частей.

Каждую деталь относим к соответствующему узлу и получаем схему деления изделия на составные части (рис. 412). По предметной системе обозначения даем изделию, узлам и деталям номера. В этом примере изделию дан номер 45.000, а узлам такие номера: корпус в сборе — 45.100; крышка в сборе — 45.200; крышка с втулкой — 45.210; клапан в сборе — 45.300.

Соответственно пронумерованы и детали, входящие в узлы. Стандартные детали (гайки, шпильки, шайбы) не нумеруются, так как являются покупными.

Далее, обмерив все детали, входящие в изделие, составляем их эскизы (эскизы не показаны).

Затем устанавливаем необходимое количество видов, разрезов и сечений сборочного чертежа изделия. В данном

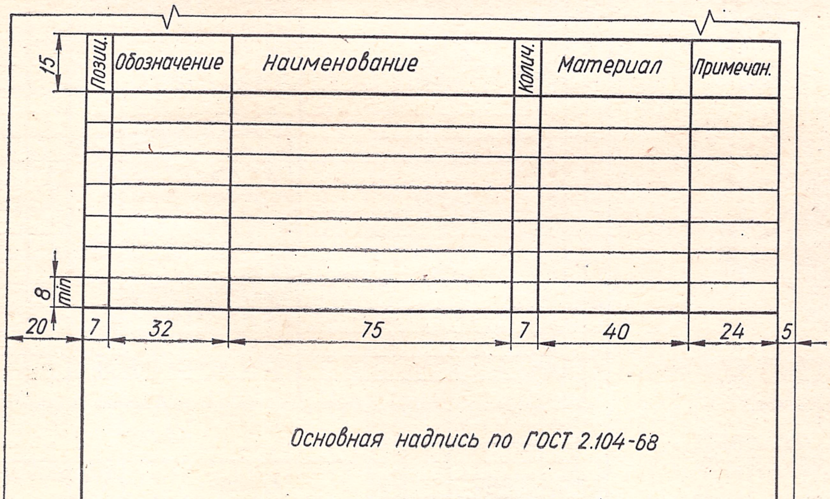


Рис. 409.

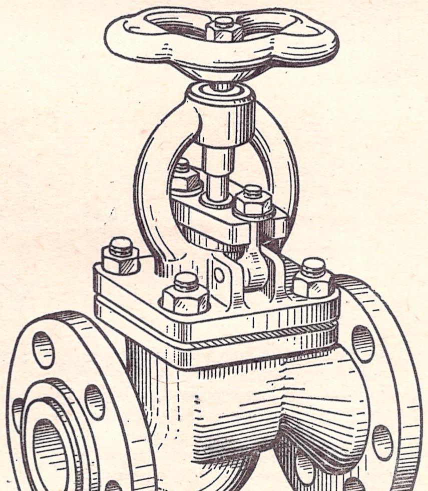
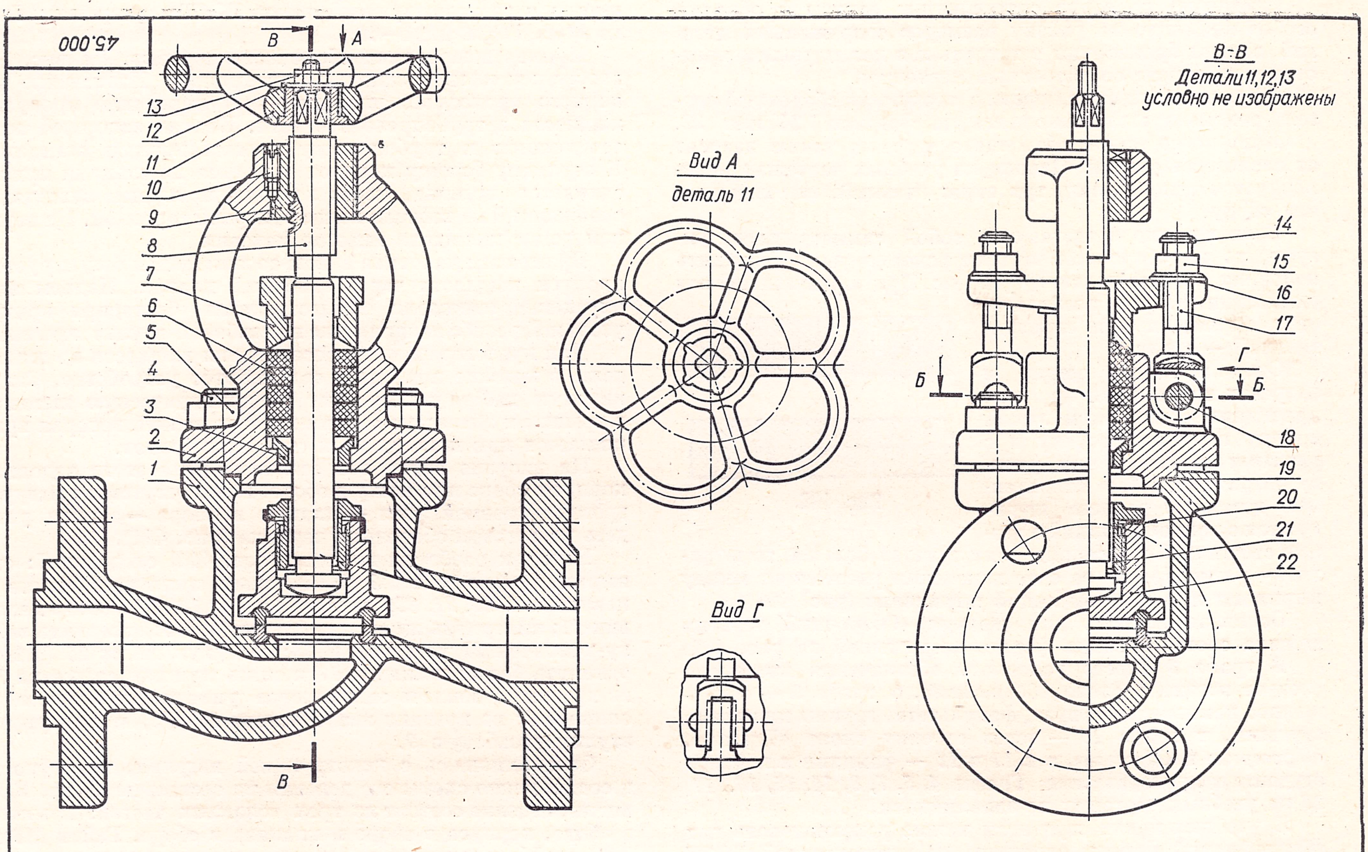
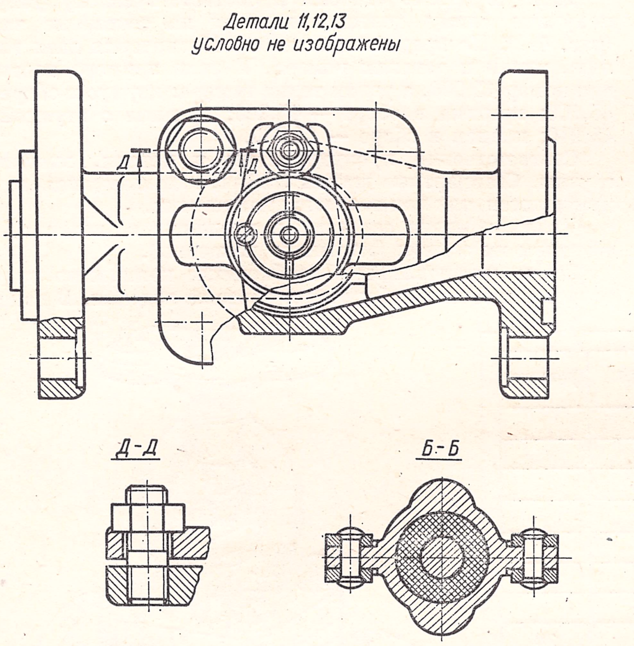


Рис. 410.





Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
				Документация		
24				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1	45.101	Корпус (в сборе)	1	
		2	45.211	Крышка	1	
		3	45.202	Кольцо опорное	1	
		7	45.201	Шпилька сальника	1	
		8	45.304	Шпиндель	1	
		9	45.212	Втулка резьбовая	1	
		17	45.213	Болт откидной M10×40	2	
		18	45.214	Ось	2	
		19	45.001	Прокладка ⌀ 50/60 мм. в=1мм	1	
		20	45.302	Шайба стопорная	1	
		21	45.301	Гайка-колпачок	1	
		22	45.303	Тарелка (в сборе)	1	
				Стандартные детали		
		4		Шпилька АМ 14×28$\left(\frac{18}{24}\right)$, ГОСТ 11765-66	4	
		5		Гайка M14, ГОСТ 2524-62	4	
		6	45.203	Уплотнение сальниковое	1	
		10		Винт M5×12, ГОСТ 1477-64	1	
		11		Маховик IV магн. 100-9 ГОСТ 852-53	1	
		12	45.002	Шайба	1	
		13		Гайка M6, ГОСТ 2524-62	1	
		14		Шайба 5, ГОСТ 6959-54	1	
		15		Гайка M10, ГОСТ 2524-62	1	
		16		Шайба 10, ГОСТ 6959-54	1	

1. Клапан подвергается гидравлическим испытаниям при открытом и закрытом положениях давлением $P_{пр}$=50 кгс/см²
2. Технические требования на изготовление, испытание и приемку применительно к ГОСТ 1926-57.
3. Маркировка и отличительная окраска по ГОСТ 4666-55
4. Клеймение № чертежа выполнить шрифтом 5 (ГОСТ 2.304-68). Глубина клеймения 0,3-0,5 мм
5. Уплотнительные места тарелки 45.303 и седла (вокруг проходного отверстия корпуса 45.101) наплавляются электродами из нержавеющей стали и образования специальных буртиков, которые затем обрабатываются

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Чертил		Троян	[signature]	16.IV
Проверил		Сергиенко	[signature]	20.IV
Принял		Иванов	[signature]	22.IV

45.000

Клапан
запорный проходной
D_y=25 P_y=40

Сборочный

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1

Лист | Листов

КТИПП
механический ф-т
группа М-81

Рис. 411.

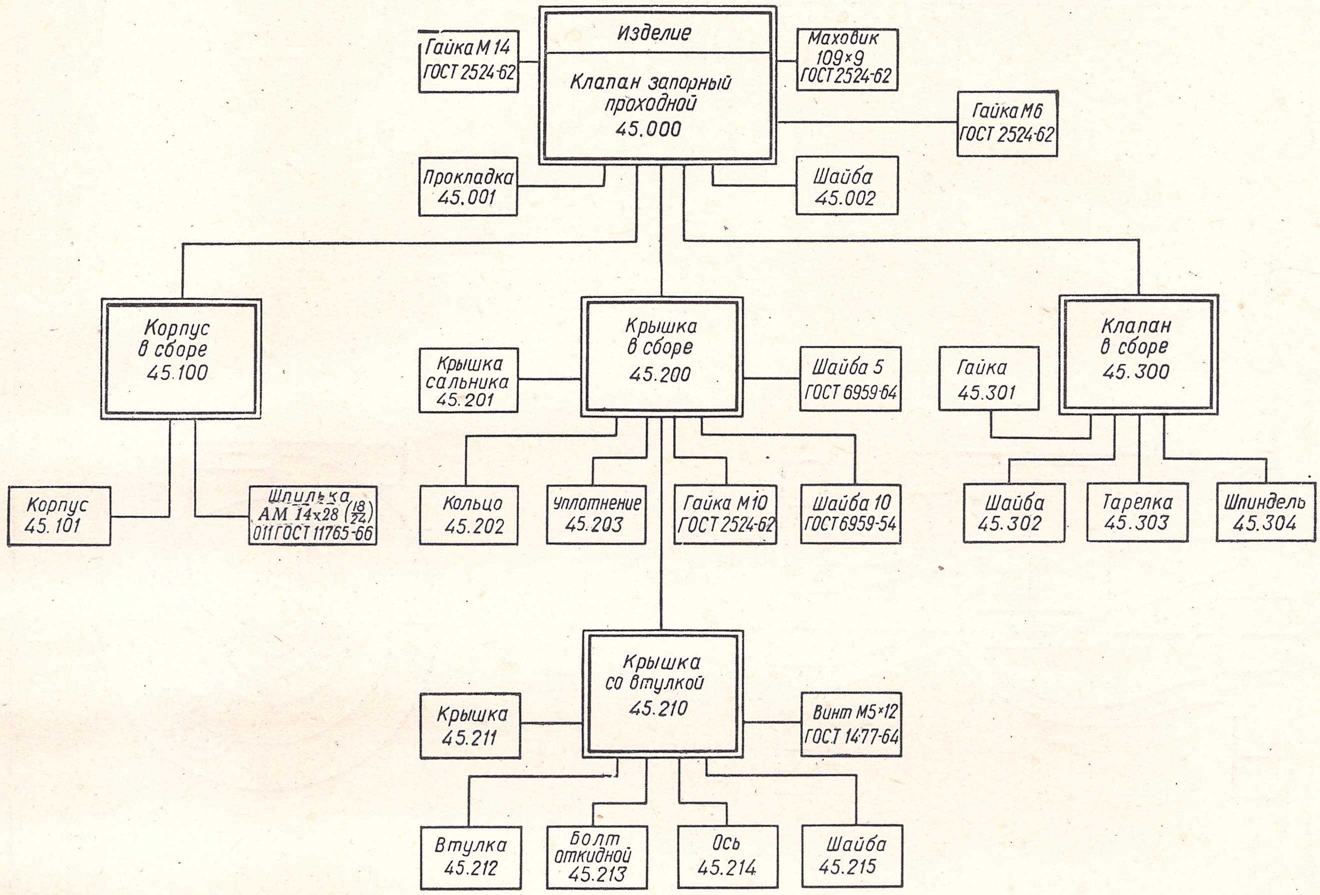


Рис. 412.

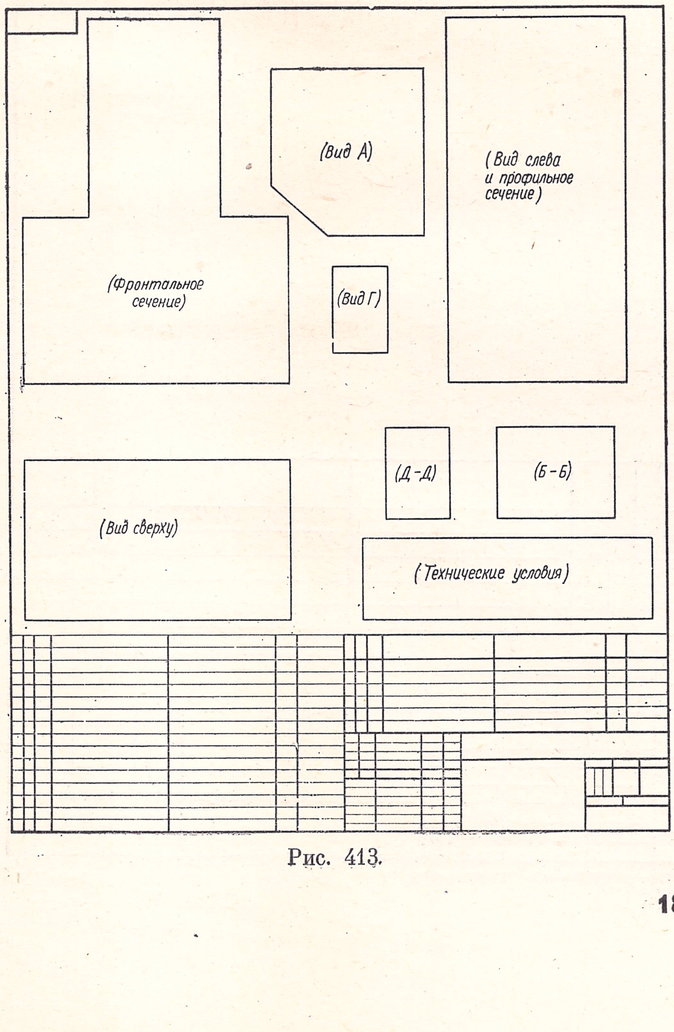


Рис. 413.

случае для полного представления о конструкции запорного проходного клапана достаточно вычертить фронтальный разрез вдоль оси шпинделя, вид сверху с вырывом по горизонтальной оси корпуса, половину вида слева в сочетании с половиной профильного разреза *В—В*, горизонтальный разрез *Б—Б* по месту крепления крышки сальника откидным болтом, разрез *Д—Д* по месту крепления крышки шпилькой к корпусу и дополнительные виды на маховик (вид *А*) и место крепления откидного болта к крышке (вид *Г*). Масштаб чертежа выбираем 1 : 1.

Выбрав формат чертежа, вычерчиваем рамку, размечаем форму основной надписи и угловой спецификации * (по числу деталей). С помощью габаритных прямоугольников производим планировку (компоновку) листа (рис. 413). Затем вычерчиваем тонкими линиями основную деталь изделия — корпус во всех проекциях (рис. 414). Переходя от крупных к более мелким деталям, вычерчиваем в тонких линиях все детали (рис. 415). Далее проставляем все необходимые размеры (на приведенном чертеже размеры не проставлялись).

Затем наносим штриховку в разрезах и сечениях (рис. 416) и обводим чертеж.

На сборочном чертеже клапана запорного проходного наносим номера позиций, заполняем основную надпись, угловую спецификацию и записываем технические условия.

Законченный сборочный чертеж выглядит так, как показано на рис. 411 (размеры на чертеже не нанесены).

* На этом примере, как учебном чертеже спецификация размещена непосредственно на чертеже. Форма спецификации взята по ГОСТ 2. 108 — 68.

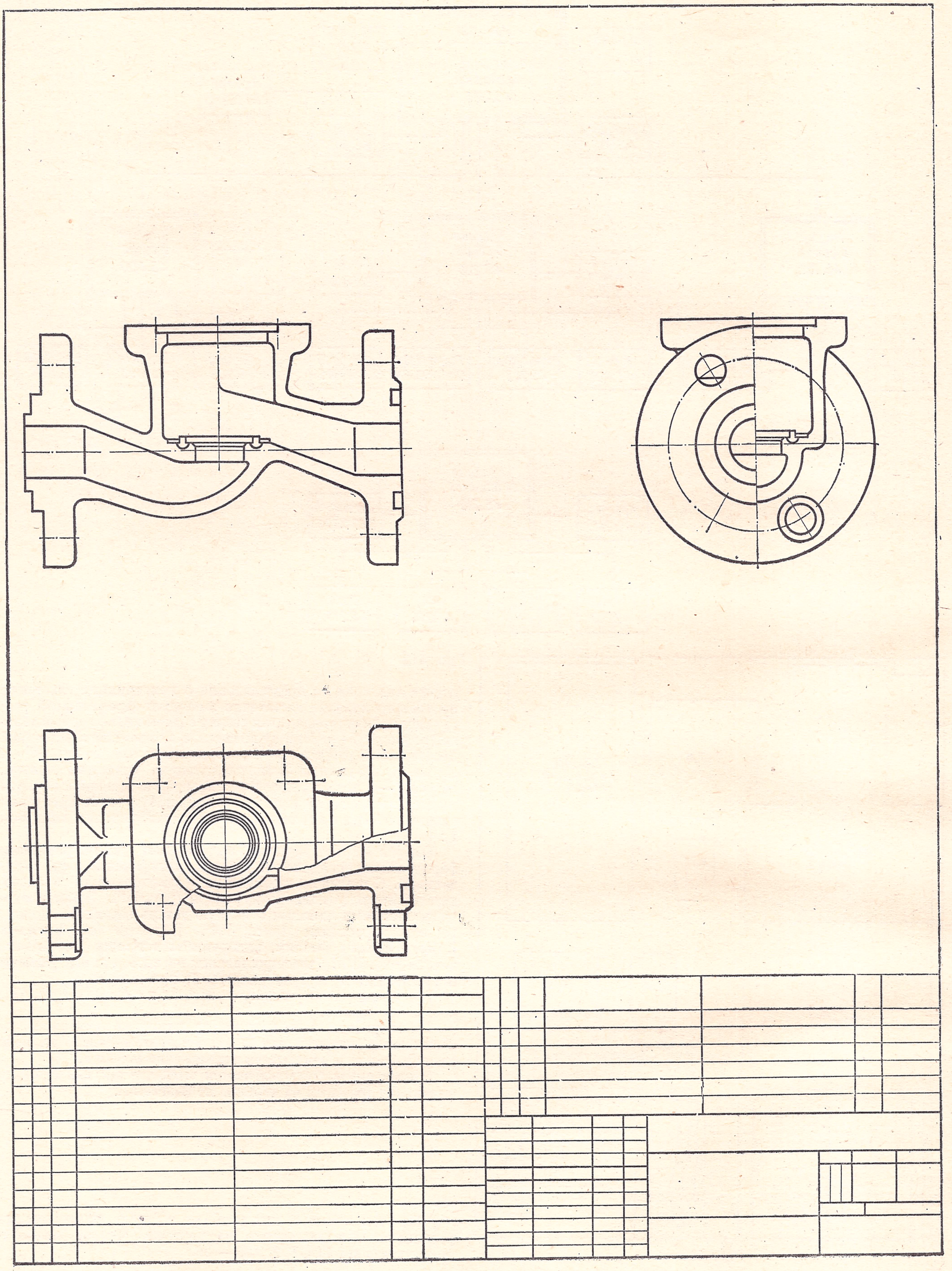


Рис. 414.

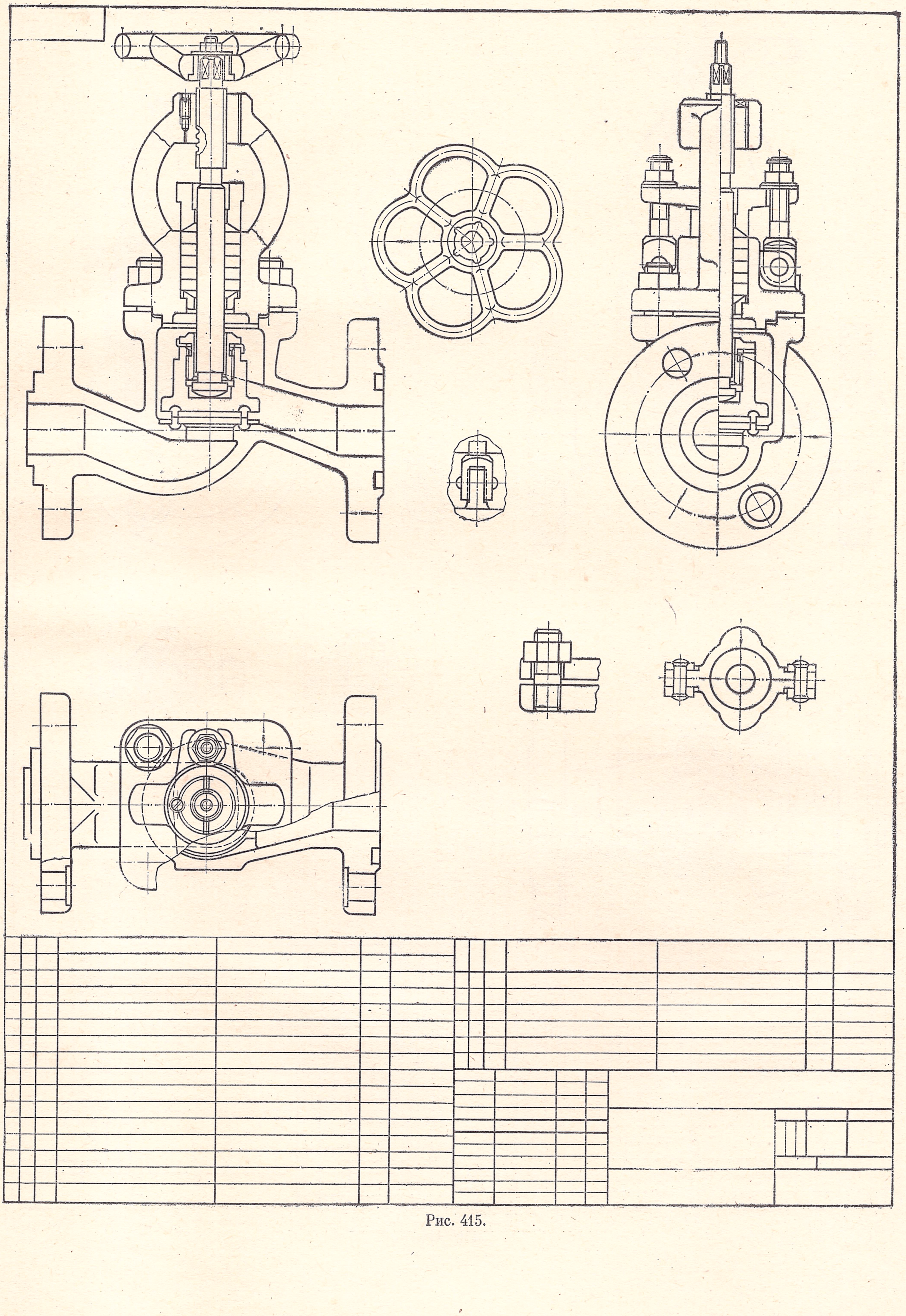


Рис. 415.

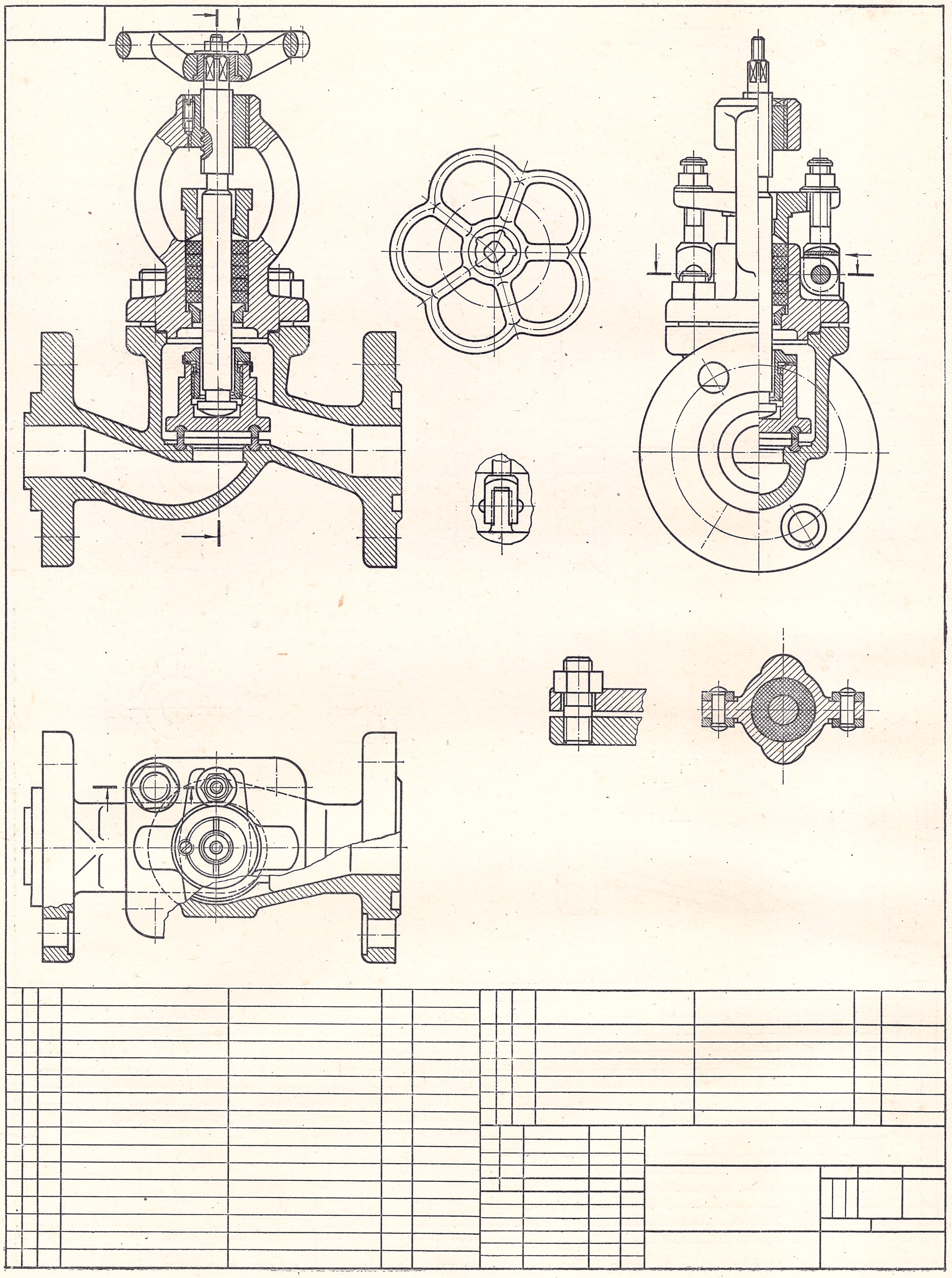


Рис. 416.

Под чтением сборочного чертежа понимают изучение формы и размеров изделия и каждой его детали, взаимного расположения и способов соединения деталей, взаимодействия деталей и в итоге выяснение назначения, устройства и работы изделия.
В процессе изучения сборочных чертежей совершенствуются навыки, приобретенные при чтении проекционных и рабочих чертежей деталей.
Обучение чтению чертежей осуществляется во время ознакомления с разнообразными сборочными чертежами (чтением чертежей) и составления рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу (деталирование).
Изучать данную тему курса начинают с чтения определенного количества сборочных чертежей и только после приобретения необходимых навыков в чтении сборочных чертежей можно приступать к составлению рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу.

6

ЧТЕНИЕ И ДЕТАЛИРОВКА СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Раздел XI. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ЧТЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 53. ПОРЯДОК ЧТЕНИЯ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Рекомендуется следующая последовательность чтения чертежа:

1. Ознакомиться с содержанием основной надписи; установить наименование изделия (узла), номер чертежа, масштаб, вес изделия, организацию, выпустившую чертеж.

2. Ознакомиться с содержанием и особенностями чертежа; выяснить виды (основные и дополнительные), в которых представлено изделие; определить все разрезы и сечения.

3. Ознакомиться с содержанием спецификации; установить наименование каждой детали и материал, из которого она изготовлена. Последовательно найти изображение детали во всех видах, разрезах и сечениях, уяснить ее геометрические формы.

Выяснению формы детали способствует то, что во всех разрезах и сечениях одна и та же деталь заштрихована с одинаковым наклоном и густотой штриховки.

4. Ознакомиться с описанием изделия (узла). Если описание данной конструкции отсутствует и есть возможность ознакомиться с описанием аналогичной конструкции, то это следует сделать.

5. Установить характер соединения отдельных деталей между собой. Для неразъемных соединений (сварных, клепанных, паянных и т. п.) определить каждый элемент соединения. Для разъемных соединений выявить все крепежные детали, входящие в соединение.

Для подвижных деталей следует установить возможность их перемещения при работе механизма.

6. Установить, какие поверхности деталей смазываются и как эта смазка осуществляется.

7. Выяснить порядок сборки и разборки изделия.

Указанный порядок чтения чертежей не всегда может быть строго выдержан. Так, к описанию конструкции можно обратиться до ознакомления с содержанием спецификации (п. 3), либо пользоваться им при всех последующих этапах изучения чертежа.

Конечной целью чтения чертежа является обычно выяснение устройства изделия, принципа работы и установление его назначения. Однако в учебном процессе центральное место в чтении чертежа занимает изучение форм отдельных деталей, как главного средства к выяснению всех других вопросов, связанных с чтением чертежа.

Проиллюстрируем на примере простейшего узла, что мы понимаем под изучением форм отдельных деталей. На рис. 417, *а* показана шестерня, соединенная с валом при помощи штифта.

На рис. 417, *б* выделена более толстыми линиями деталь *1* — шестерня. Изображение всех контуров детали, как сделано на этом рисунке, можно назвать «чтением» детали в данном изображении. Аналогично прочтена деталь *2* — вал на рис. 417, *в*.

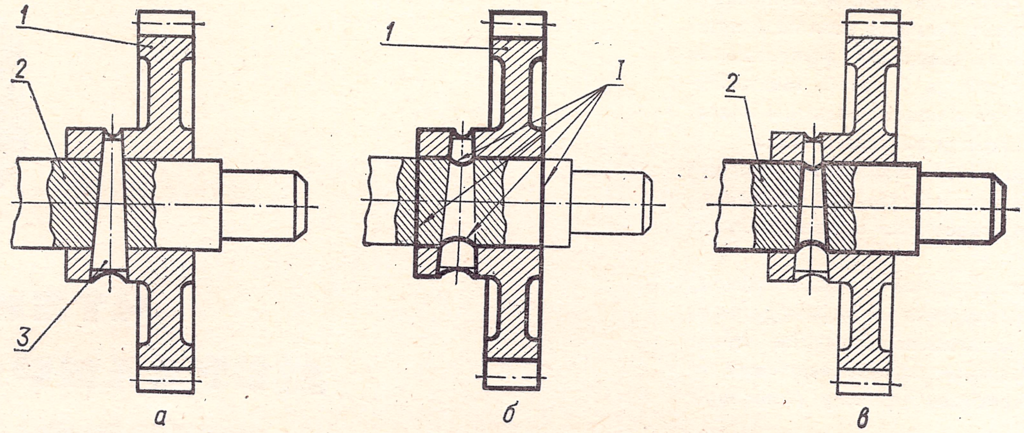


Рис. 417.

§ 54. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ ЧТЕНИЯ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

I. На сборочном чертеже можно часто столкнуться с тем, что одна из деталей закрывает некоторые контурные линии другой детали. Очень важно при чтении чертежа выявить такие линии, хорошо представить себе соответствующие контуры детали.

На рис. 417, *б* стрелками, идущими от цифры *I*, указаны линии шестерни, которые не видны на сборочном чертеже. При изучении крышки *1* в узле, показанном на рис. 418, *а*, таких линий появится семь (рис. 418, *б*).

II. В предыдущих примерах по одному изображению детали на сборочном чертеже удалось установить все видимые на этом изображении контуры детали. Такая возможность представляется лишь в исключительно простых случаях. Обычно для того чтобы прочитать деталь, изображенную на сборочном чертеже, необходимо изучить ее во всех видах, разрезах и сечениях, которые имеются на этом сборочном чертеже. При этом обязательно надо сопоставить основные контуры детали на всех этих изображениях.

Например, на рис. 419, *а* изображен подшипник. При изучении крышки подшипника *5* по сборочному чертежу на виде слева, может создаться неправильное впечатление, что высота этой детали равна *h*. Если же ознакомиться с контурами этой детали на виде спереди, то легко заметить, что высота крышки равна *H*. Сопоставив вид спереди с видом слева, легко установить контуры крышки *5*, которые показаны на рис. 419, *б* стрелками, идущими от цифры *II*.

Рассмотрим еще один аналогичный пример. На рис. 419, *а* показана верхняя половина вкладыша *4*. Если рассматривать изображение этой детали только на виде слева, то можно ошибочно добавить контуры вкладыша *2*. Только на главном виде четко видно, что это разные детали. Это, правда, можно заметить и по виду слева, так как эти детали заштрихованы в разные стороны, но здесь заштрихованные поля разделены изображением другой детали, поэтому возникают дополнительные трудности в чтении чертежа. На рис. 419, *в* толстыми линиями показаны контуры детали *4*.

III. Некоторые сложности возникают при изучении контуров деталей, которые в соответствии с ГОСТом изображаются в разрезах нерассеченными. Чтобы убедиться, что деталь представляет собой одно целое, надо внимательно изучить ее изображение на всех видах, разрезах и сечениях. Если эта деталь во всех продольных разрезах показана нерассеченной, а в поперечных заштрихована в одну и ту же сторону и с одинаковой густотой штриховки, то она представляет собой одно целое.

Следует также иметь в виду, что если предмет, изображение которого попадает под указанное выше правило о разрезах, состоит из нескольких частей, то в местах соединения этих частей должны быть сделаны необходимые местные разрезы или сечения, чтобы эти соединения можно было прочитать. Отсутствие таких дополнительных изображений обычно является признаком того, что изображена одна деталь, а не соединение нескольких деталей.

На рис. 420 показан узел. Установление контуров вала *5* на этом чертеже связано с определенными трудностями, отмеченными выше. На рис. 421 показаны контуры вала. Обратите внимание на то, что наличие фаски также помогает установить границы детали.

IV. Рассматривая элементы детали, относящиеся к резьбовым и зубчатым (шлицевым) соединениям, необходимо помнить о том, что деталь, имеющая внешнюю резьбу, закрывает на изображении этого соединения внутреннюю резьбу (шлицы вала закрывают шлицы в отверстии). На рис. 422, *а* показан винт, ввернутый в деталь, а на рис. 422, *б* показано, как выглядит деталь, в которую ввернут винт. Особое внимание следует обратить на то, что линии, которые в резьбовом соединении изображаются сплошными основными, при изображении внутренней резьбы нанесены сплошными тонкими линиями, а линии, которые в изображении резьбового соединения проведены сплошными тонкими линиями, на рис. 422, *а* проведены основными сплошными.

На рис. 423, *а* и *б* показаны зубчатое шлицевое соединение шестерни с валом и шестерни отдельно.

Рассмотрим несколько примеров чтения сборочных чертежей.

Из основной надписи (рис. 424) видно, что на чертеже № 01.00 в масштабе 1 : 5 изображен кран пробочный. На чертеже изображены три основных вида и наглядное изображение этого изделия.

Из описания, которое обычно прилагается к имеющим учебное назначение сборочным чертежам, можно узнать, что пробочный кран является затворным устройством для трубопроводов. Затвор крана, имеющий коническую форму, называется пробкой. Пробка *2* с помощью крышки *6* прижимается к уплотнительной поверхности корпуса *1*. На хвостовик пробки, имеющий призматическую форму, надевается рукоятка, с помощью которой пробка вращается вокруг оси, перпендикулярной к потоку. Пробочные краны устанавливают там, где требуется быстрое получение большого количества жидкости (газа), так как для полного открытия крана достаточно повернуть пробку на угол 90°.

Ознакомление с корпусом крана начинают со спецификации, где указано, что в изделии имеется только одна такая деталь.

Изучая формы этой детали в каждом виде и сопоставляя виды между собой, необходимо представить себе изображение корпуса таким, как показано на рис. 424а (на этом и последующих чертежах с целью экономии места виды приближены друг к другу, рамки чертежа уменьшены). Разобравшись полностью в чертеже этой детали на рис. 424а, вновь возвращаются к рис. 424 и сопоставляют эти два чертежа.

Достаточно хорошо изучив изображение основной детали *1*, следует перейти к изучению остальных деталей (*2*, *6*, *7*). Сначала каждую из них нужно рассмотреть на сборочном чертеже, а затем ознакомиться с формой этих деталей по рис. 424б, 424в, 424г. Каждый раз необходимо сопоставлять

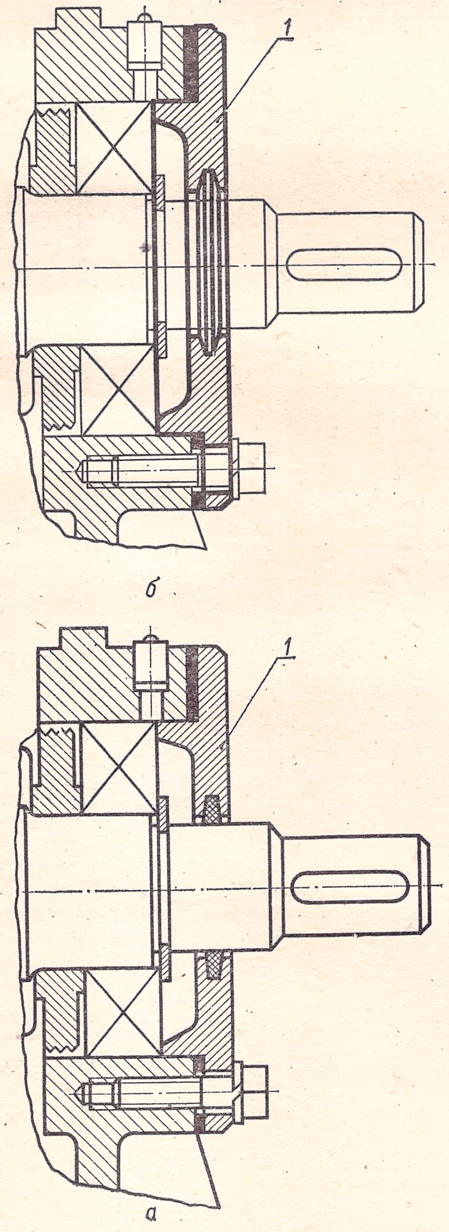


Рис. 418.

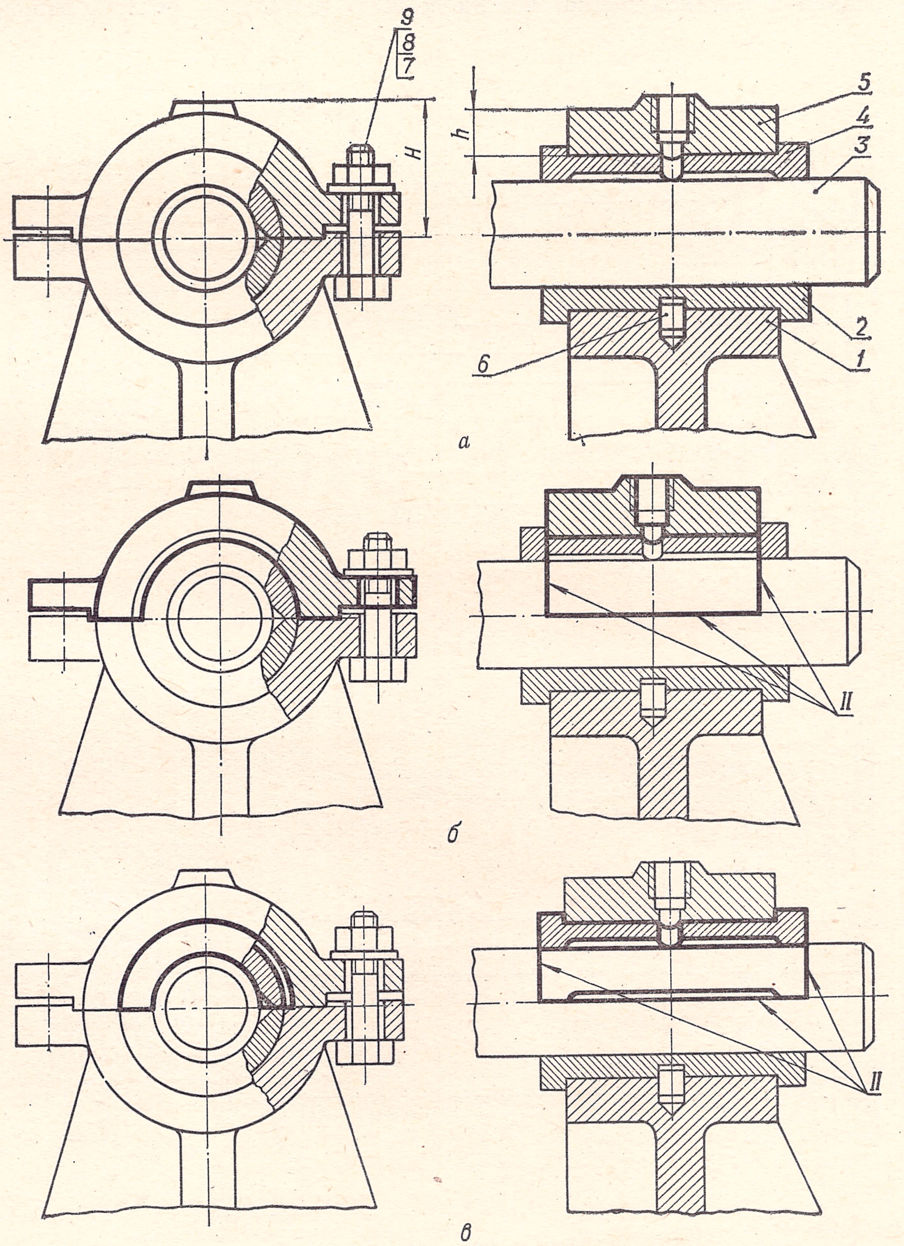


Рис. 419.

чертеж отдельной детали с ее изображением на сборочном чертеже.

После того как изучены формы отдельных деталей, необходимо установить способ соединения деталей между собой и возможность движения одной детали относительно другой.

Так, например, анализируя взаимное положение деталей на рис. 424 заключают, что крышка *6* крепится к корпусу с помощью четырех шпилек *5* и гаек *4*. На крышке укреплен сальник *7*, обеспечивающий уплотнение набивки *8*. Сальник *7* прижимается к крышке с помощью шпилек *9* и гаек *4*.

Пробка может вращаться вокруг своей оси — это единственная подвижная деталь в данном механизме (не считая рукоятки, которая не показана на чертеже). Кран на чертеже изображен в открытом положении.

На рис. 425 изображено еще одно изделие. Из основной надписи видно, что на чертеже № 02.00 в масштабе 1 : 5 изображен люнет. На чертеже показаны следующие изображения этого изделия: 1) главный вид с двумя местными разрезами; 2) вид сверху с разрезом *В—В*; 3) вид слева, на котором показан ступенчатый разрез изделия *Д—Д*; 4) разрез *А—А*; 5) разрез *Б—Б*; 6) вынесенное сечение; 7) наглядное изображение изделия.

Люнетом называется приспособление в металлорежущих станках, создающее дополнительную опору деталям, вращающимся в процессе обработки. Люнет предотвращает прогиб детали от усилий резания, собственного веса и предохраняет деталь от вибрации.

Обрабатываемая деталь опирается на три опоры — сухари *5*. Регулировка опор осуществляется маховиками *10*. Посредством прижимной планки *19* приспособление прикрепляется болтом *16* и гайкой *18* к станине станка. Для съема обрабатываемой детали со станка отвинчивается гайка откидного болта и отбрасывается крышка *2*.

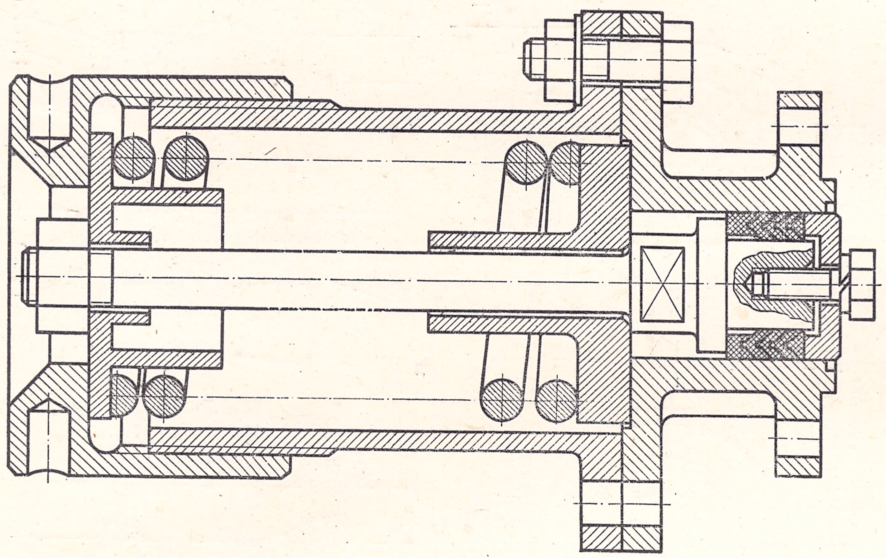
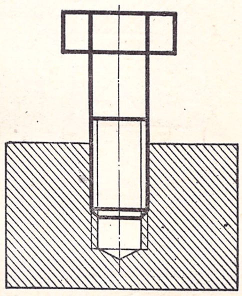
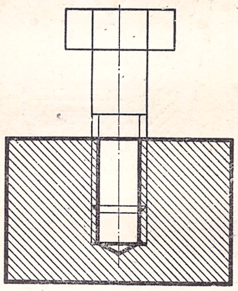


Рис. 420.



а



б

Рис. 422.

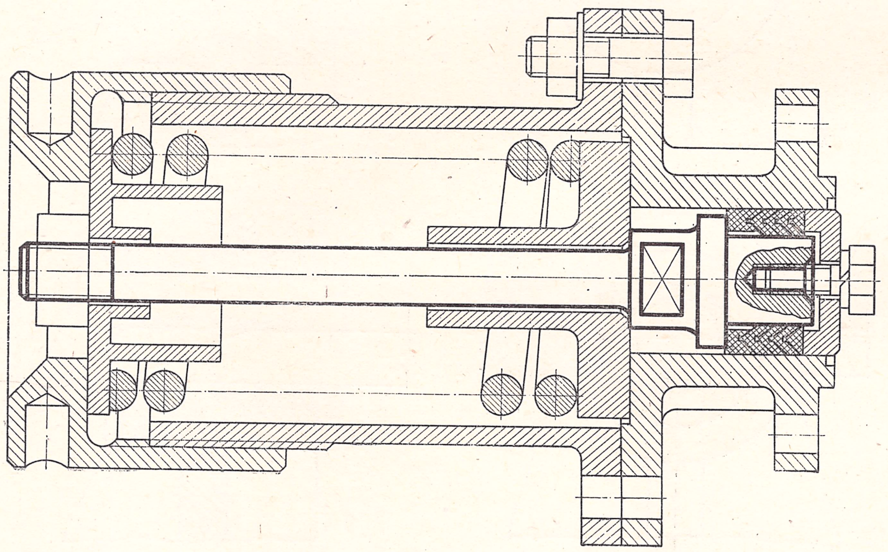
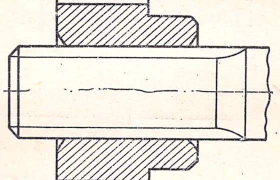
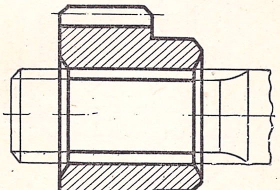


Рис. 421.

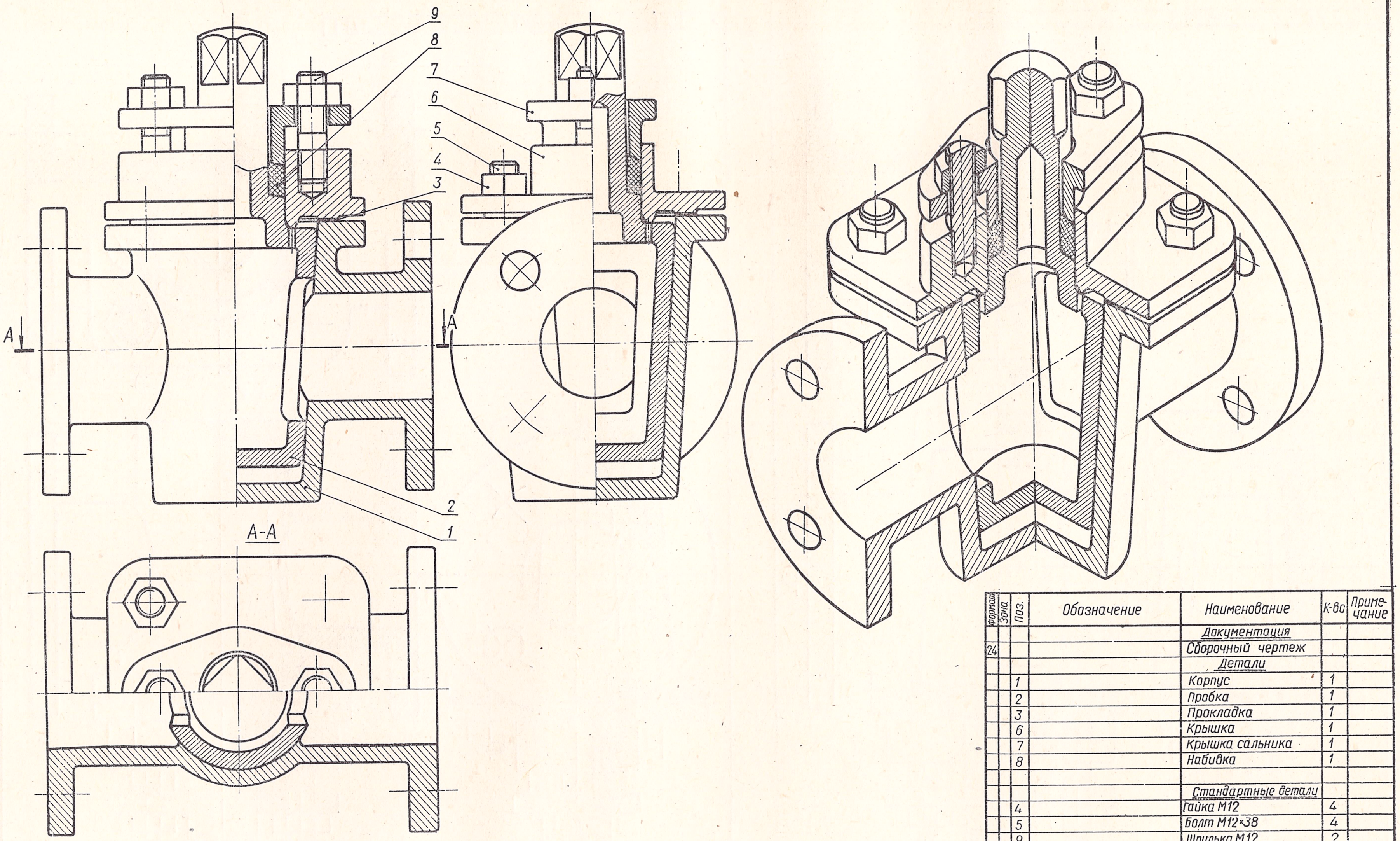


а



б

Рис. 423.



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Приме-чание
				Документация		
24				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Корпус	1	
		2		Пробка	1	
		3		Прокладка	1	
		6		Крышка	1	
		7		Крышка сальника	1	
		8		Набивка	1	
				Стандартные детали		
		4		Гайка М12	4	
		5		Болт М12×38	4	
		9		Шпилька М12	2	

Зм. Лист № докум. Подпись Дата	01.00	
Чертил	Кран пробочный	Лит. Масса Масштаб 1:5
Провер.		Лист Листов
Принял		КТИПП

Рис. 424.

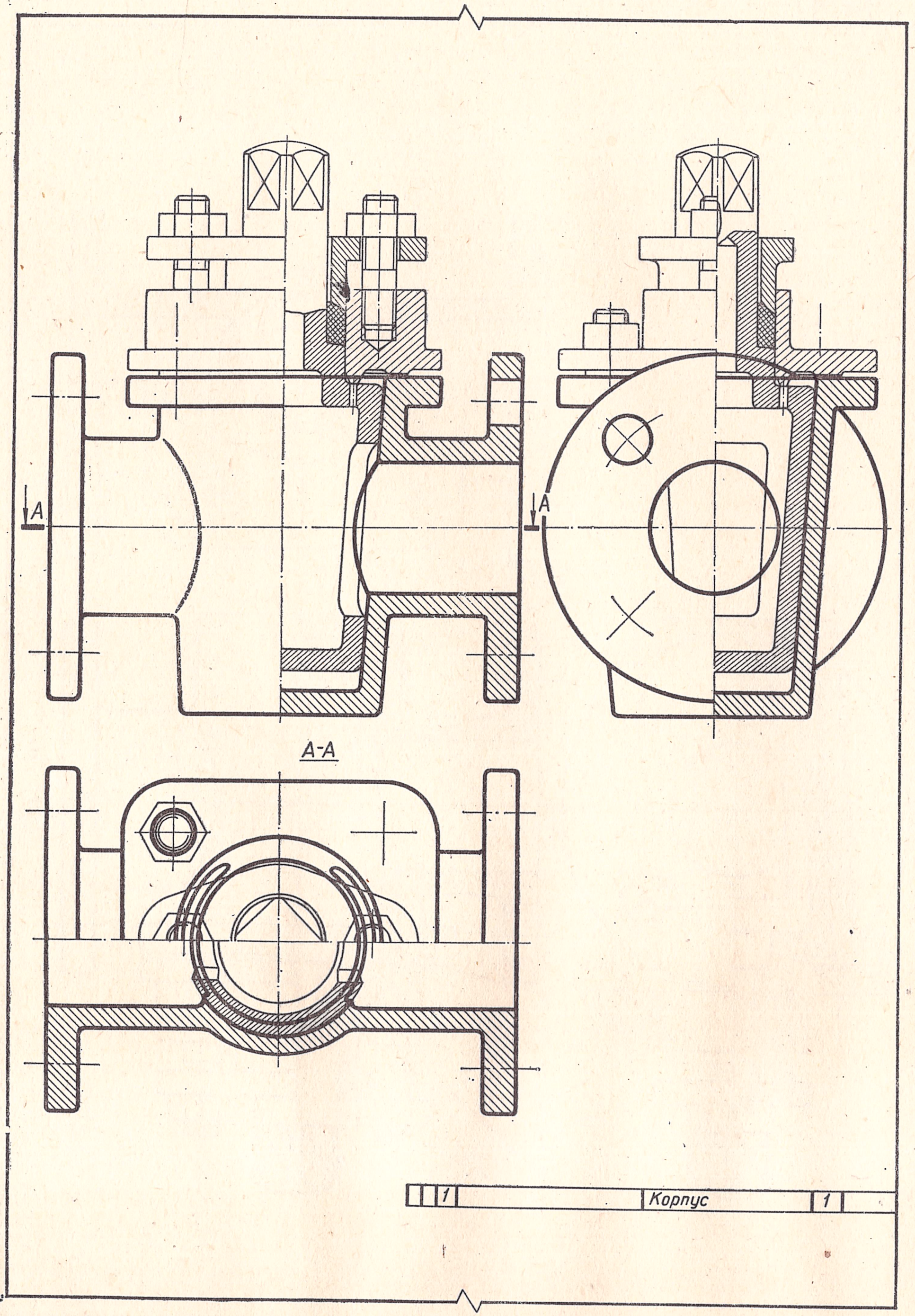


Рис. 424а.

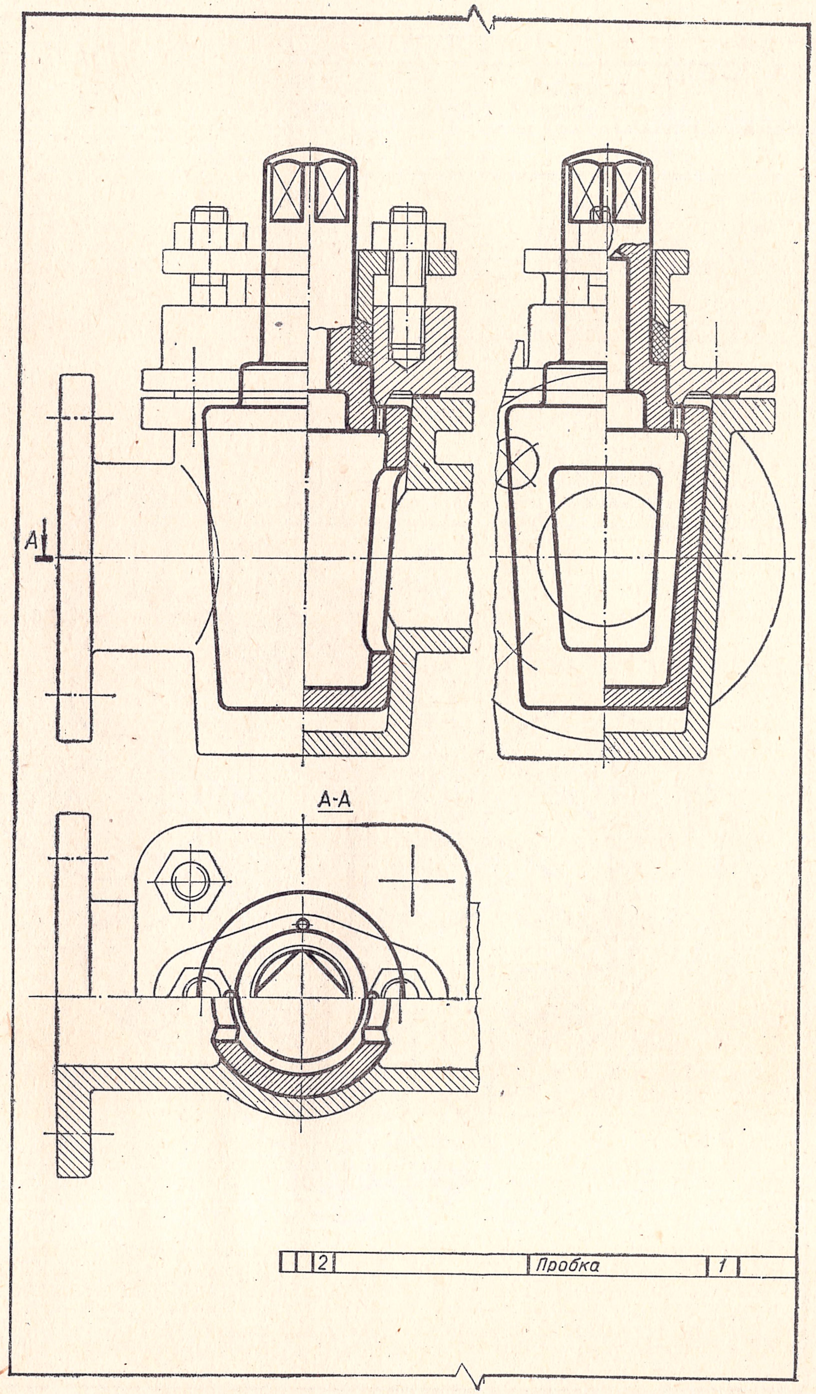


Рис. 424б.

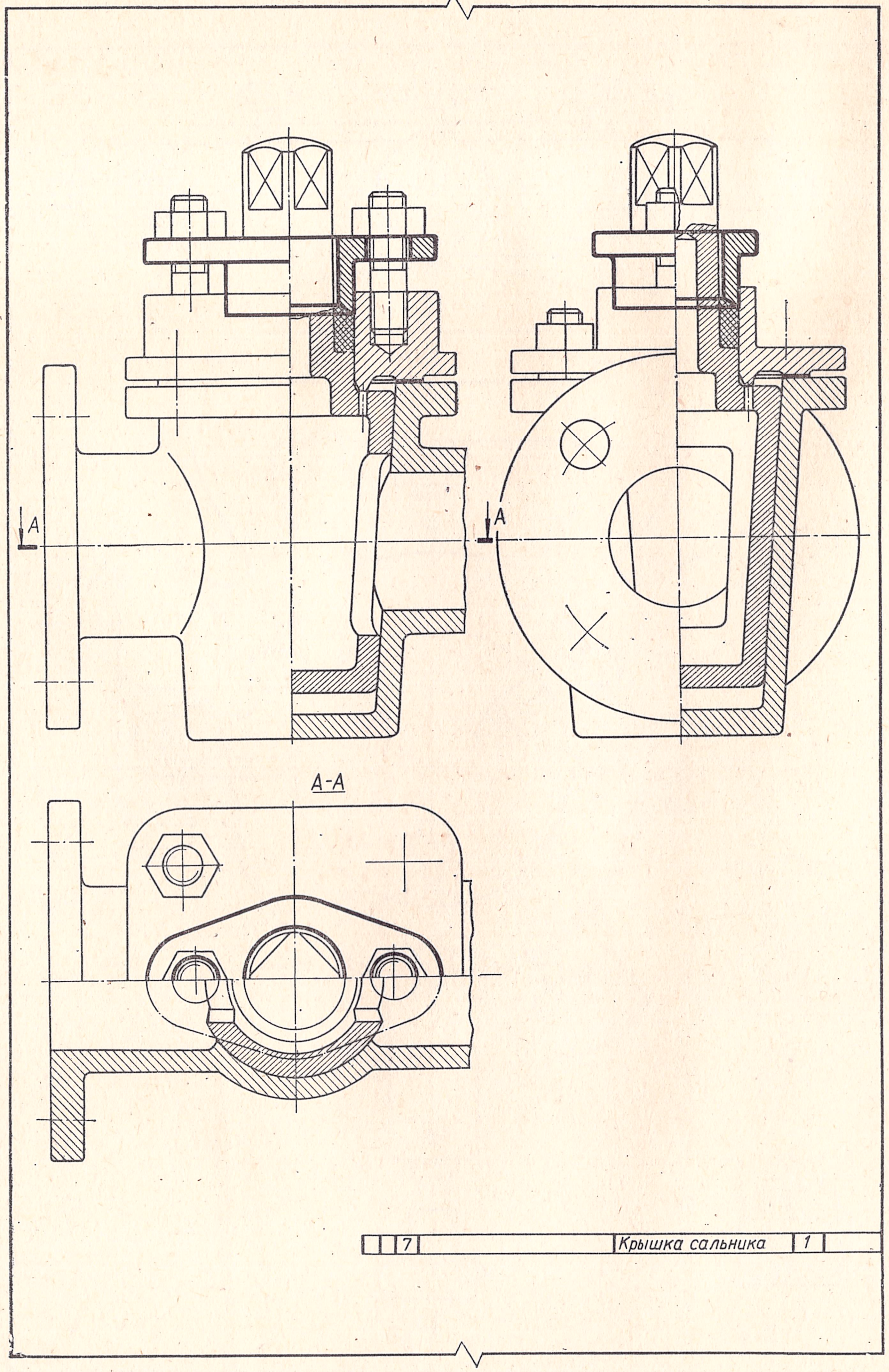


Рис. 424в.

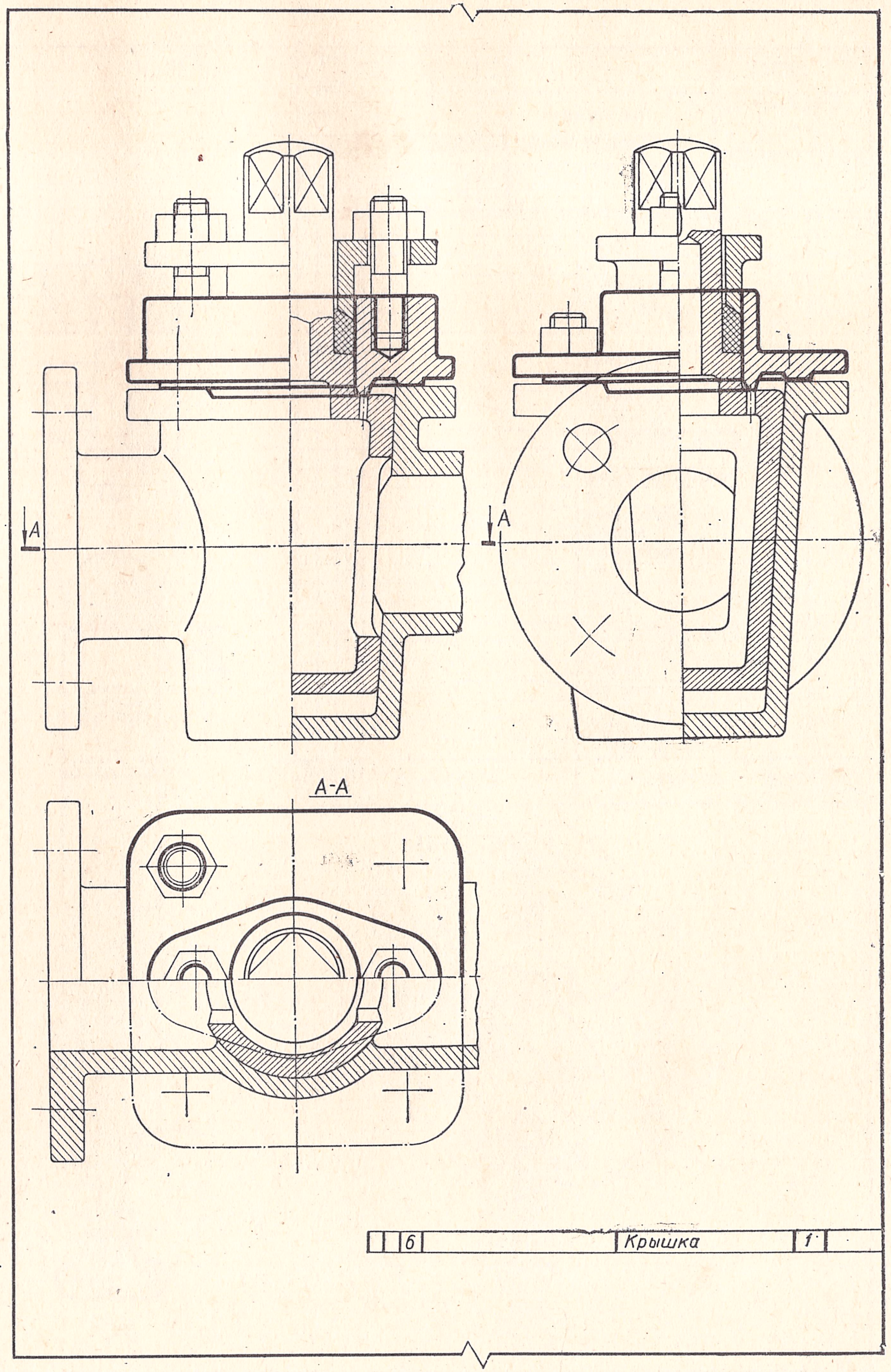
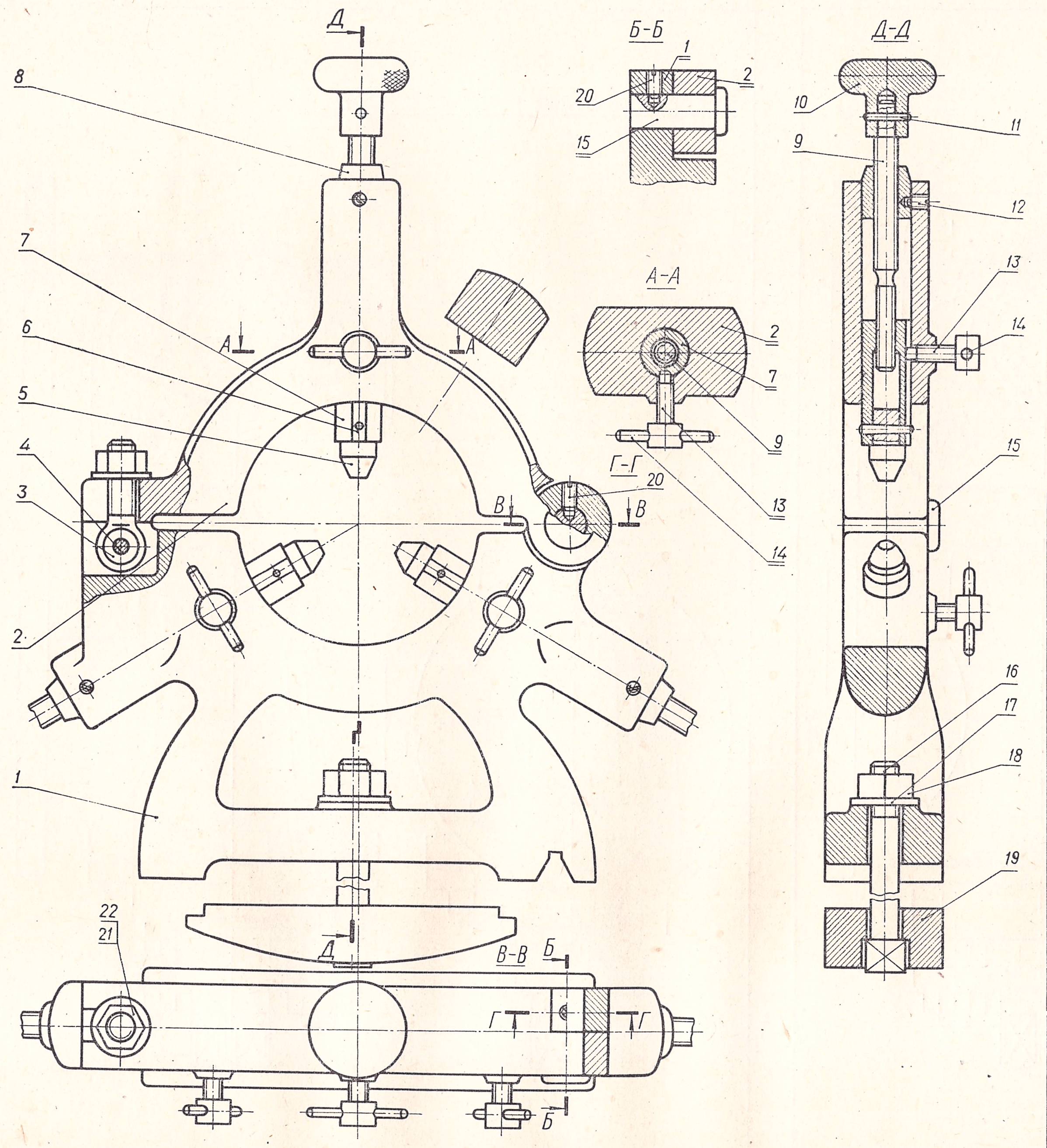
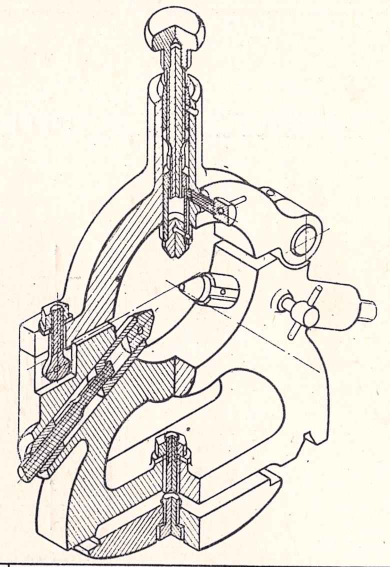


Рис. 424г.





Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
				Документация		
24				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Основание	1	
		2		Крышка	1	
		3		Болт откидной	1	
		4		Ось откидного болта	1	
		5		Сухарь	3	
		7		Патрон	3	
		8		Гайка	3	
		9		Винт двойной	3	
		10		Маховик	3	
		13		Винт направляющий	3	
		15		Ось	1	
		19		Планка прижимная	1	
				Стандартные детали		
		6		Штифт 4×30	3	
		11		Штифт 4×30	3	
		12		Прижимной винт	3	
		14		Штифт 6×50	1	
		16		Болт	1	
		17		Шайба	2	
		18		Гайка М16	2	
		20		Винт М6×18	1	
		21		Гайка М14	1	
		22		Шайба 14	1	

Зм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	02.00			
Чертил					Люнет неподвижный закрытый	Лит.	Масса	Масштаб 1:5
Проверил						Лист	Листов	
Принял						КТИПП		

Рис. 425.

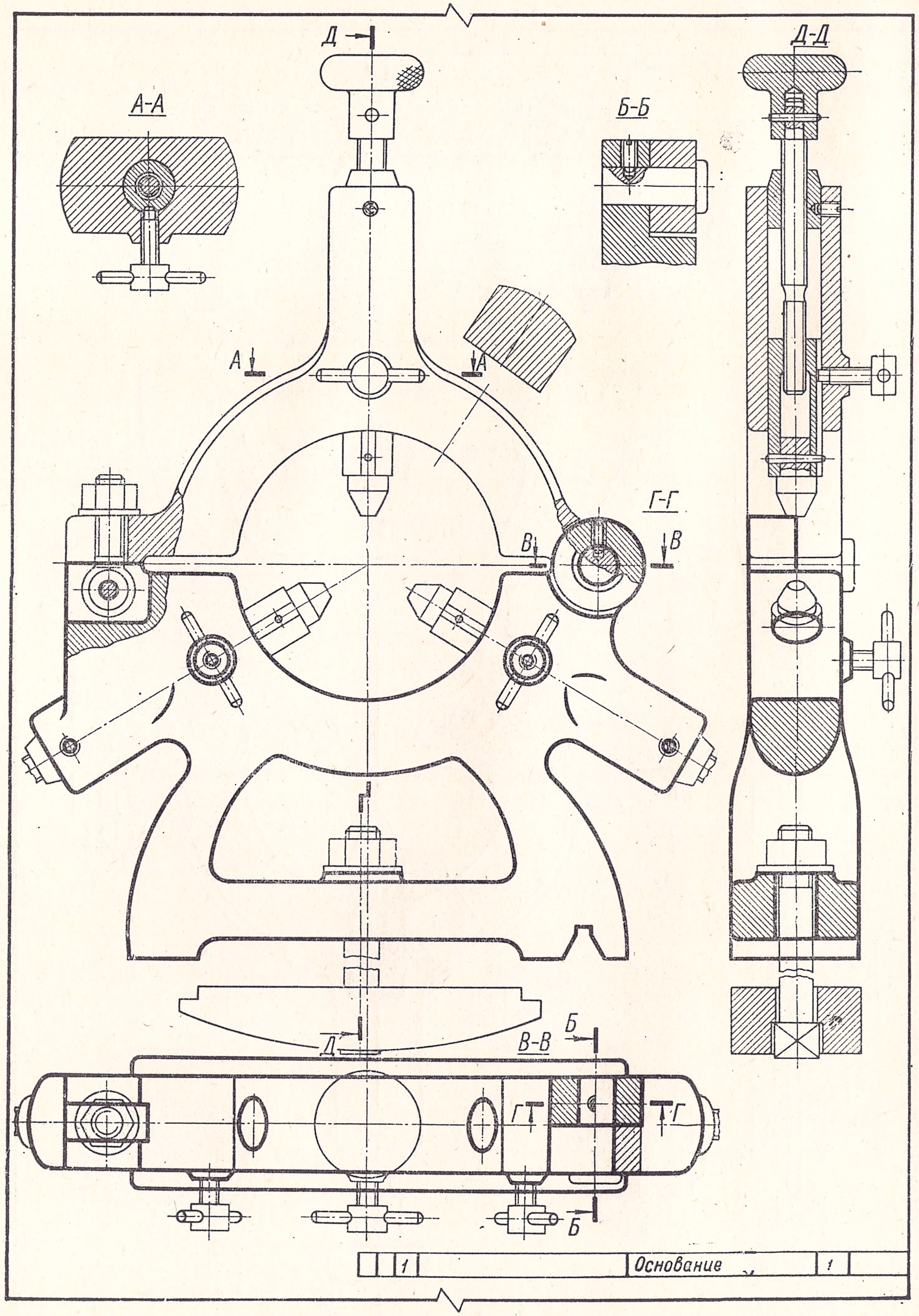


Рис. 425а.

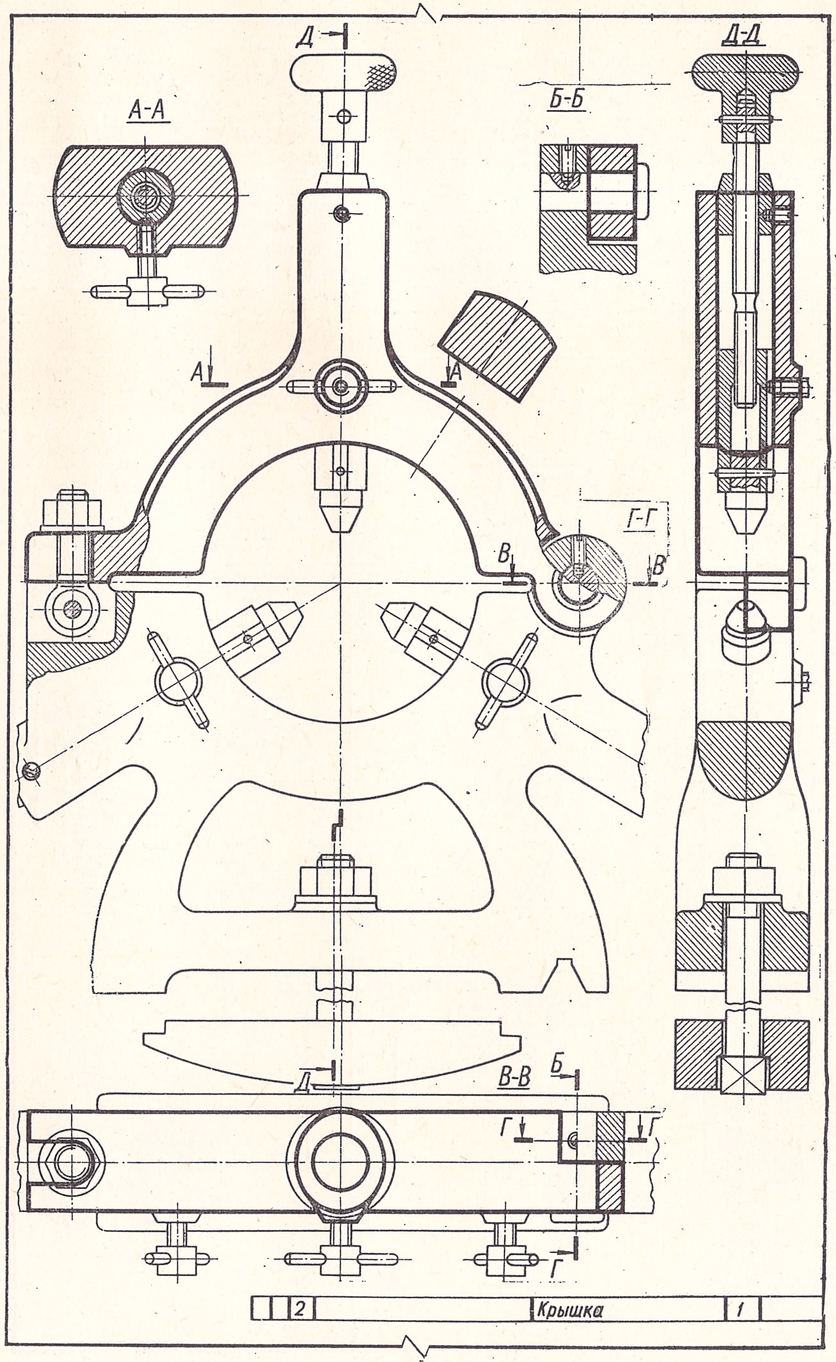


Рис. 425б.

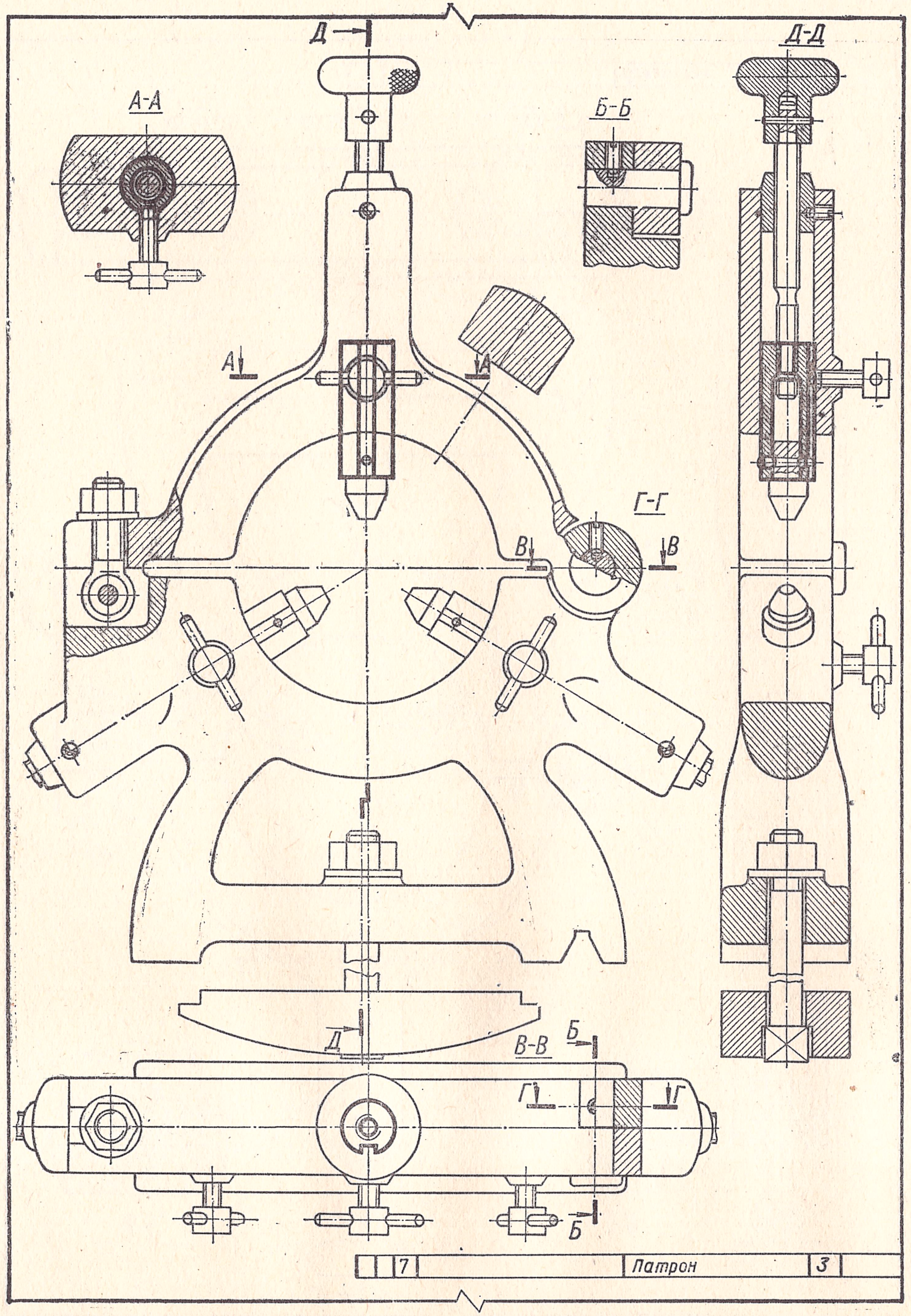


Рис. 425в.

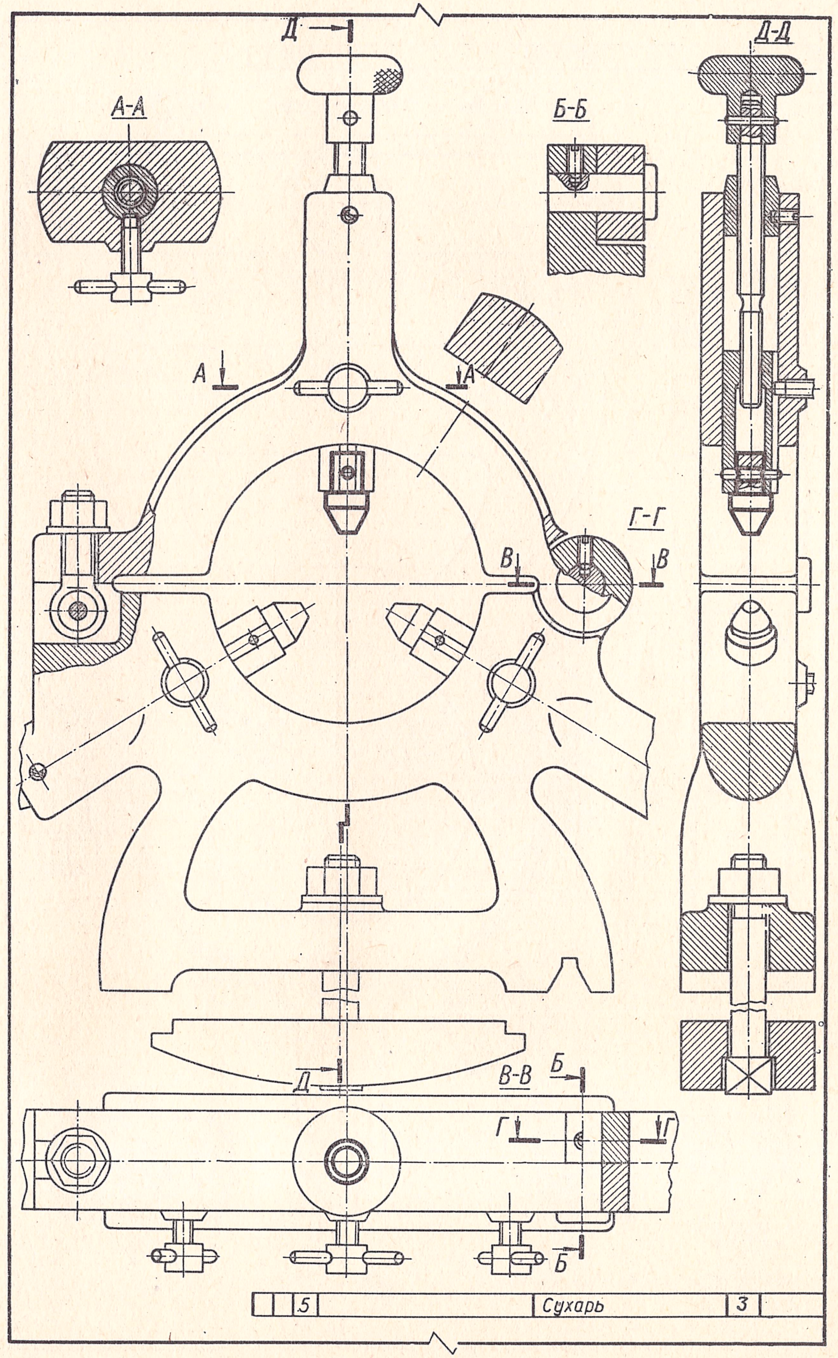
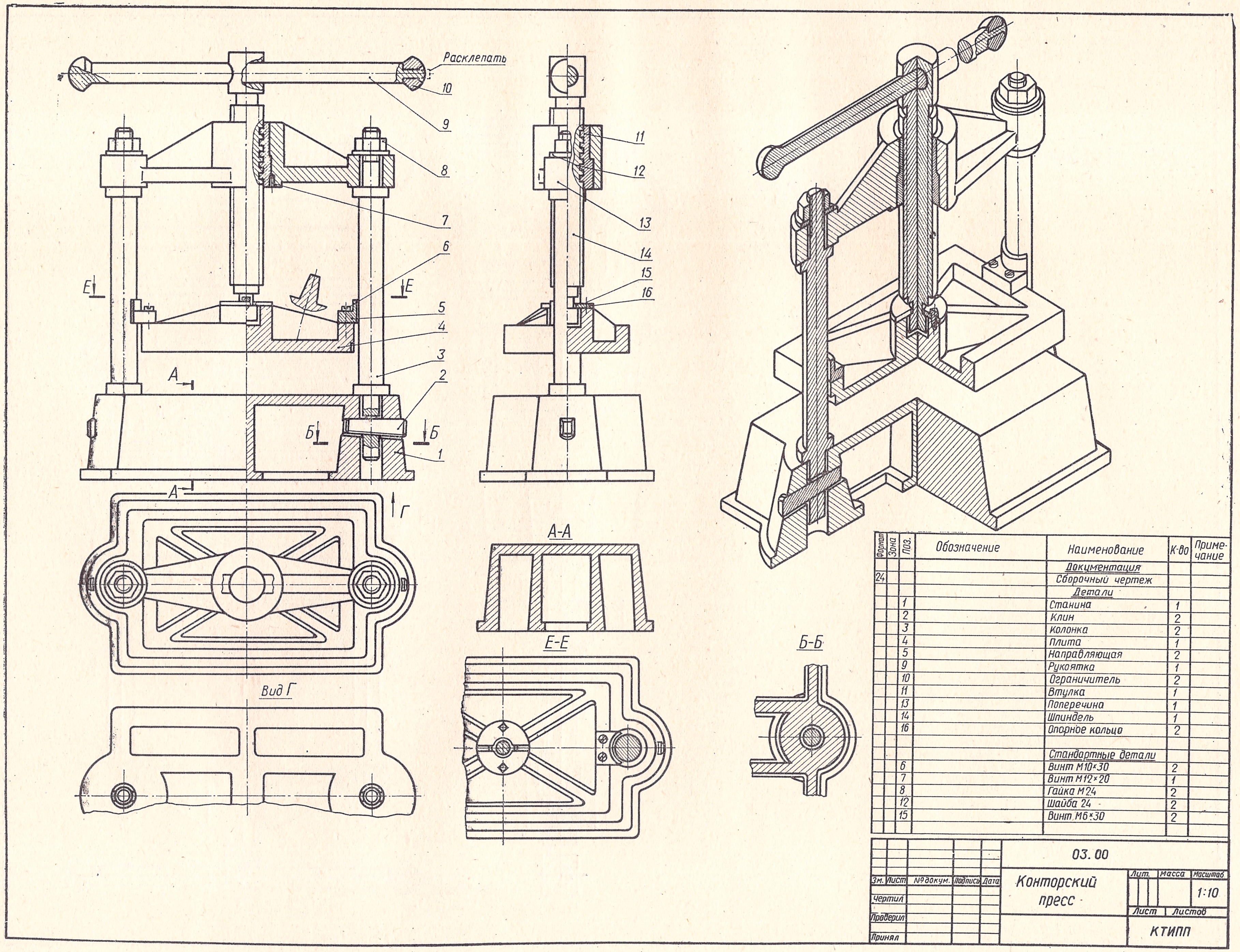


Рис. 425г.



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Приме-чание
				Документация		
24				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Станина	1	
		2		Клин	2	
		3		Колонка	2	
		4		Плита	1	
		5		Направляющая	2	
		9		Рукоятка	1	
		10		Ограничитель	2	
		11		Втулка	1	
		13		Поперечина	1	
		14		Шпиндель	1	
		16		Опорное кольцо	2	
				Стандартные детали		
		6		Винт М10×30	2	
		7		Винт М12×20	1	
		8		Гайка М24	2	
		12		Шайба 24	2	
		15		Винт М6×30	2	

Зм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	03. 00	Лит.	Масса	Масштаб
Чертил					Конторский пресс			1:10
Проверил						Лист	Листов	
Принял						КТИПП		

Рис. 426.

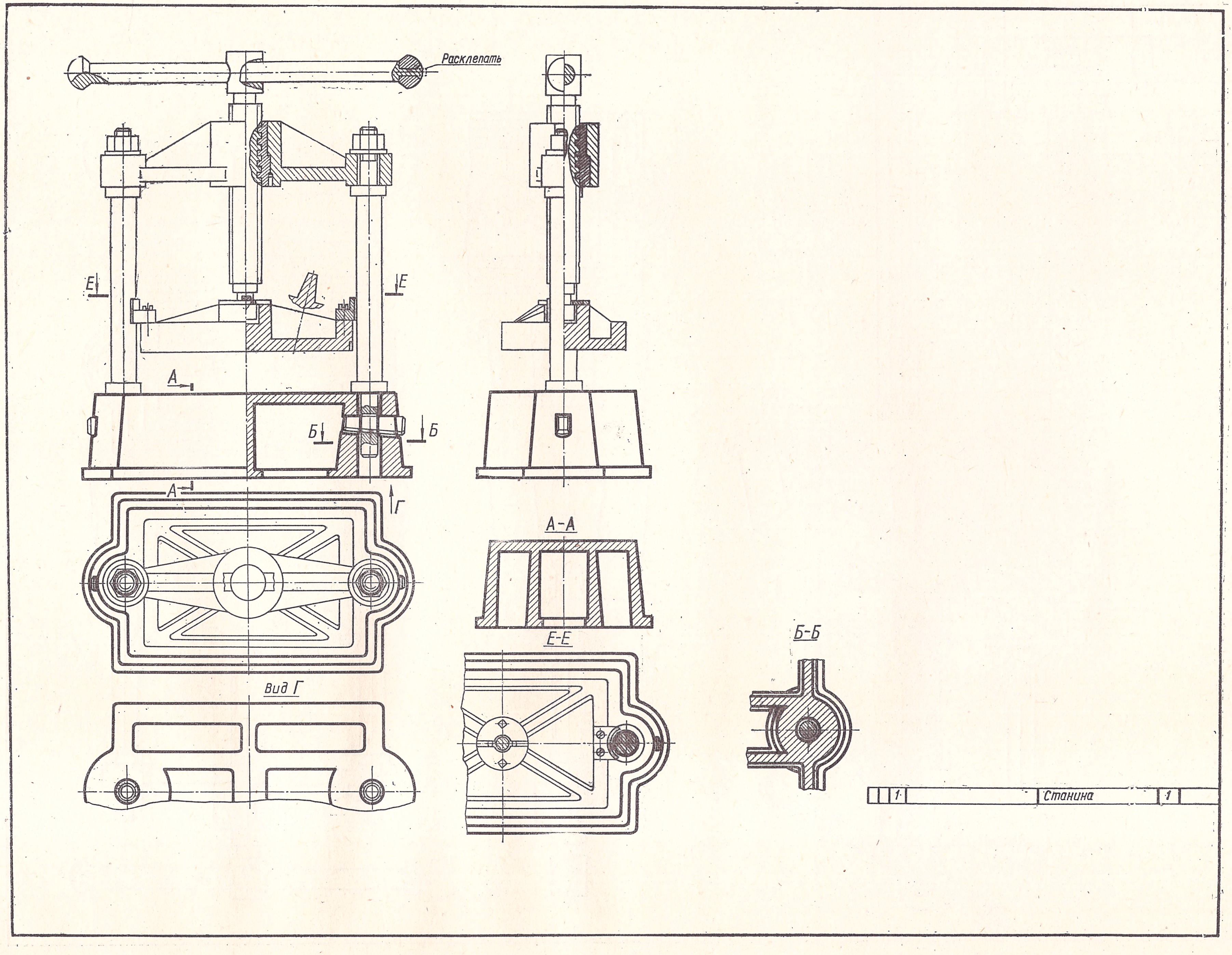


Рис. 426а.

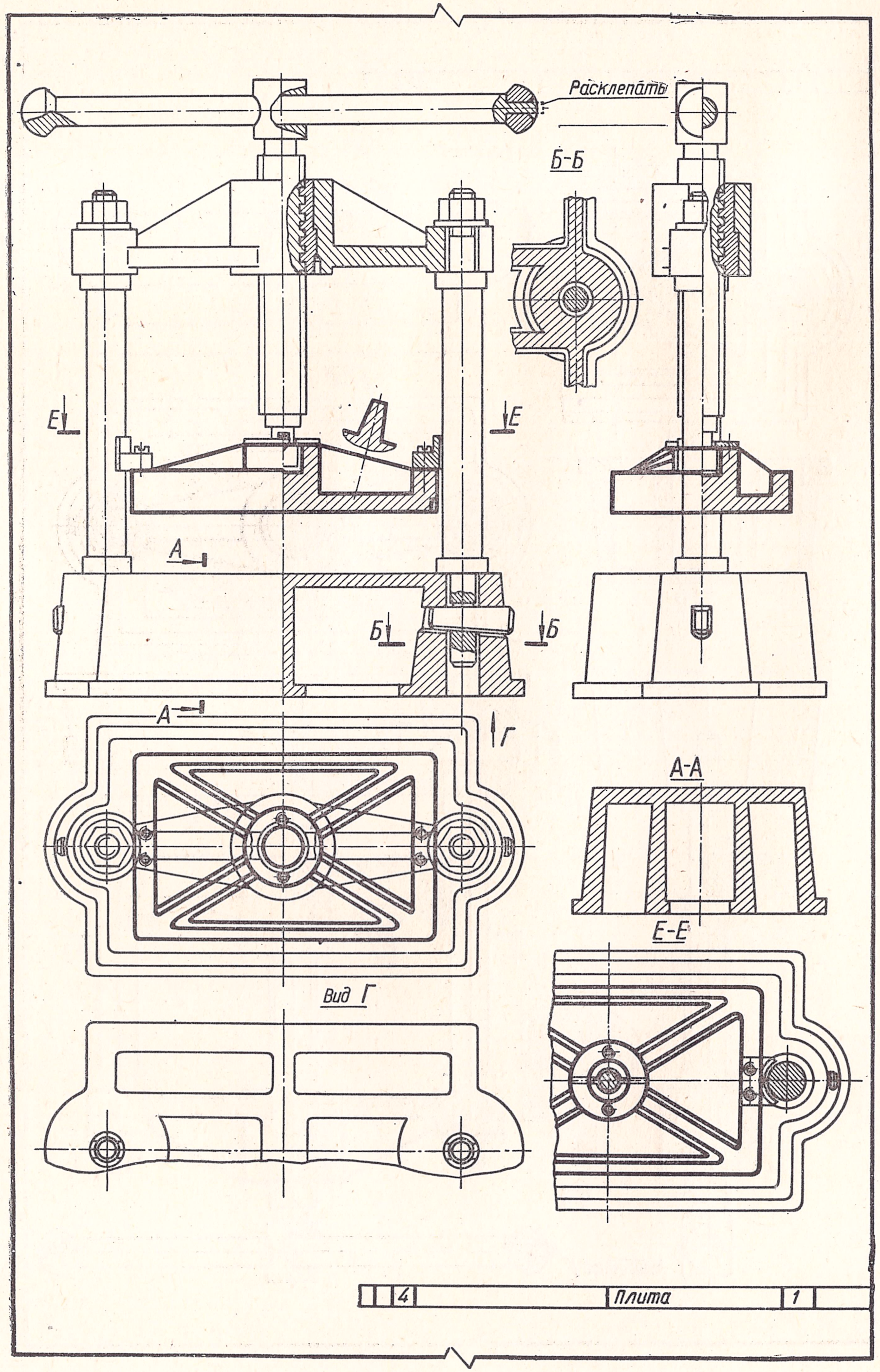


Рис. 426б.

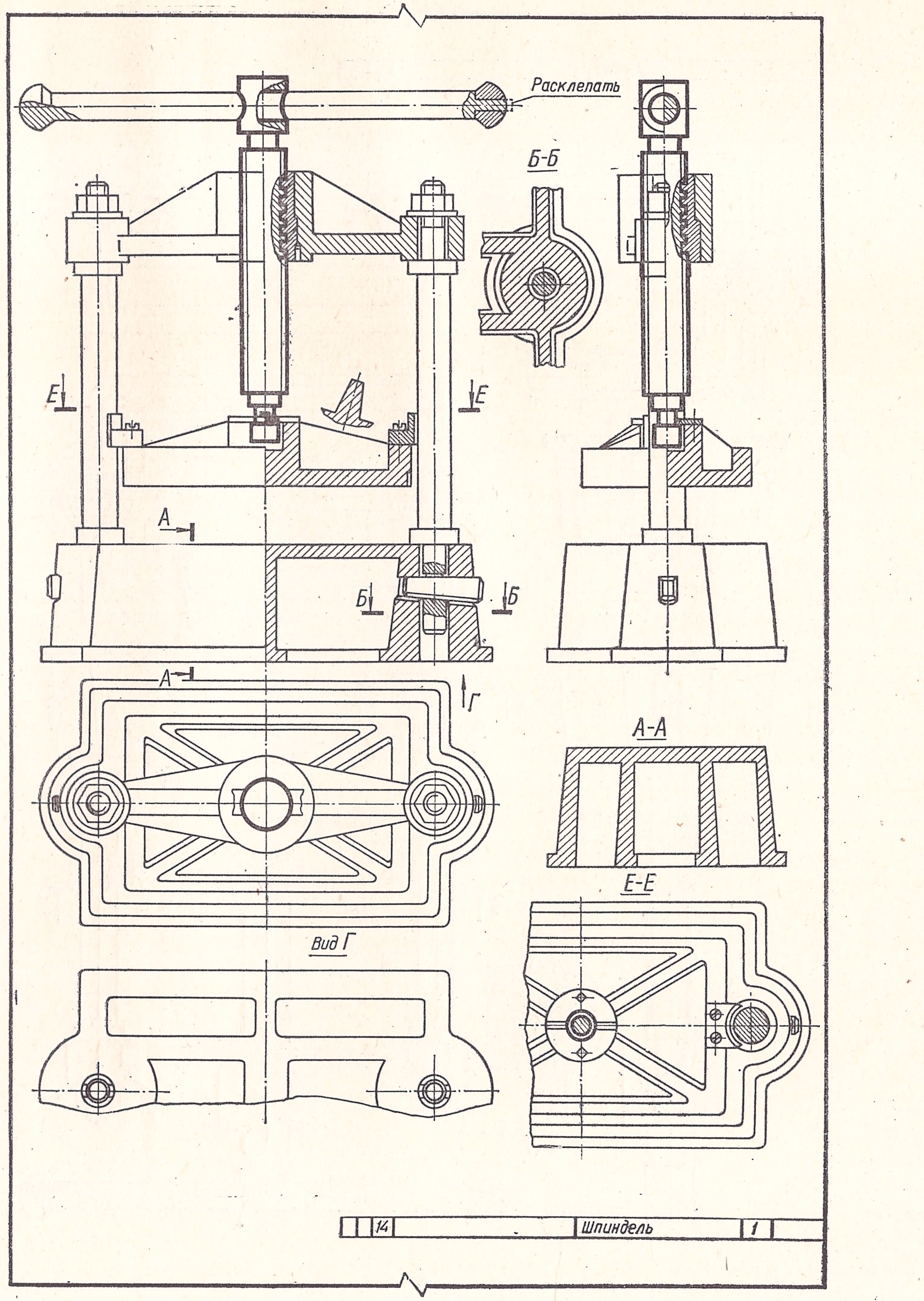


Рис. 426в.

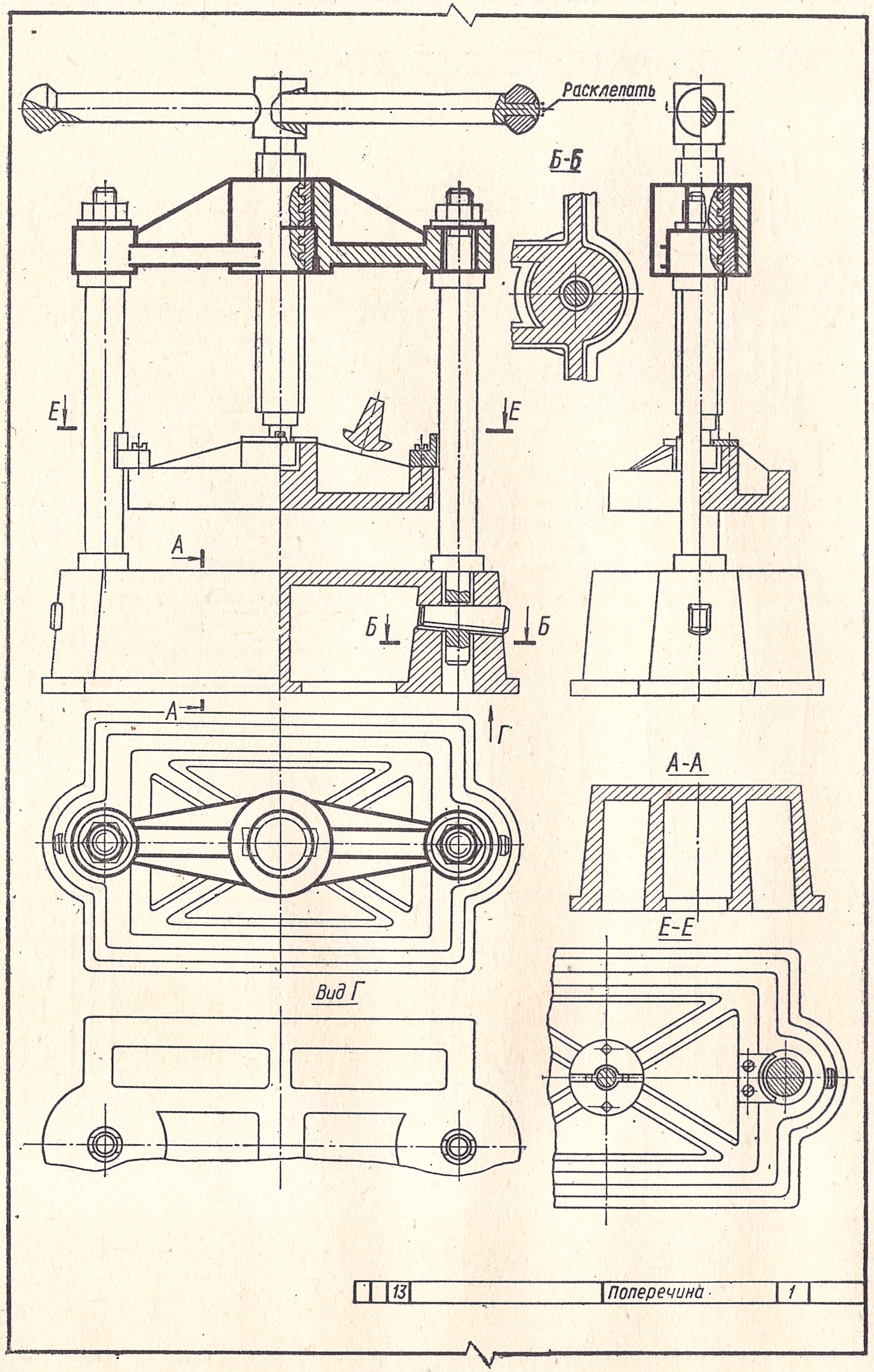


Рис. 426 г.

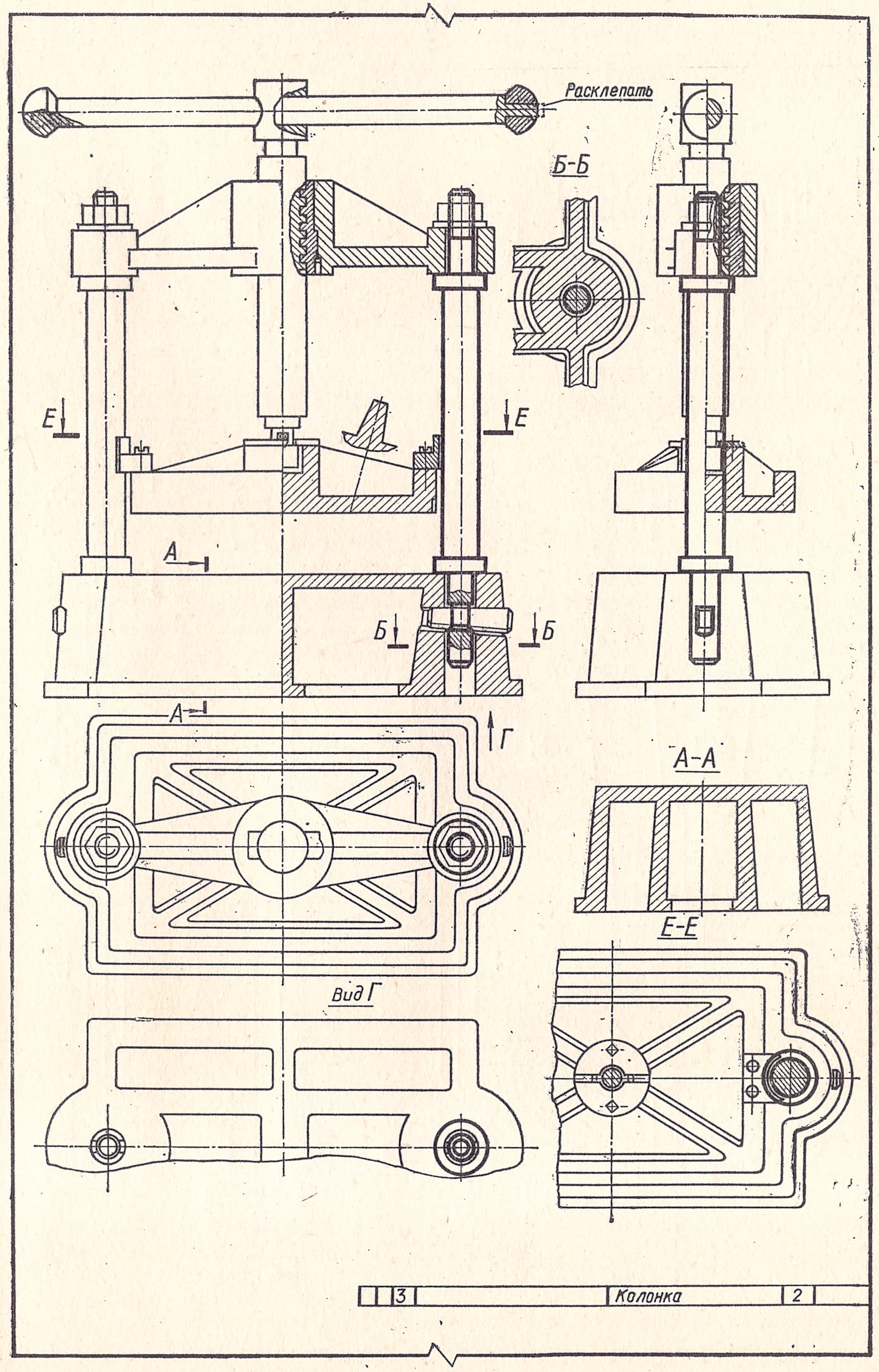


Рис. 426д.

Для разборки люнета необходимо отвинтить двойной винт *9*, винт *13* и освободить два узла, состоящие: первый из деталей *9*, *10* и *11* и второй — из деталей *5*, *6* и *7*. Детали этих узлов могут быть разъединены, если выбить конические штифты *6* и *11*. Чтобы снять крышку *2* люнета, необходимо отвинтить гайку *21* и повернуть на угол 90° откидной болт *3*, после чего отвинтить винт *20* и выбить ось *15*.

Ознакомившись с описанием конструкции, следует обратиться к спецификации в правом нижнем углу чертежа. Одной из основных деталей является основание люнета. Такая деталь в конструкции имеется только одна. Наименование детали дает уже некоторые сведения о ее форме и нередко облегчает чтение чертежа. После ознакомления со сведениями, имеющимися в спецификации о данной детали, можно перейти к изучению ее контуров по сборочному чертежу.

При изучении контуров основания люнета (рис. 425а) на виде слева следует обратить внимание на ушко для подвижного соединения крышки и основания люнета, которое при изображении основания должно быть полностью видимым. На виде сверху необходимо обратить внимание на контуры опорной части основания и приливов, в которых располагаются патроны и сухари.

Изучая крышку *2* люнета, особое внимание следует обратить на вид слева и на те части контура, которые находятся за плоскостью разреза по *Д—Д* (рис. 425б). Если эти линии не совсем понятны, то надо изучить общие разъяснения к чтению чертежей (стр. 184—185).

При ознакомлении с деталями *7* (патрон) и *5* (сухарь) обращают внимание на вид этих деталей спереди и сверху, так как на указанных изображениях детали *7* и *5* полностью или частично не видны (рис. 425в, 425г).

После ознакомления с конструкцией отдельных деталей необходимо установить способ соединения их между собой. Ось *15* обеспечивает шарнирное соединение крышки и основания люнета, установочный винт *20* фиксирует ось *15*. Болт откидной *3*, гайка и ось *4* предназначены для неподвижного соединения крышки люнета. Двойной винт *9* вращается в гайке *8*, неподвижность которой обеспечивается установочным винтом *12*.

Патрон с сухарем фиксируется в нужном положении с помощью направляющего винта *13* с рукояткой-штифтом *14*.

Следующий пример чтения сборочного чертежа показан на рис. 426. Ознакомление с угловой надписью позволяет установить, что на чертеже № 03.00 изображен конторский пресс в масштабе 1 : 10. Всего на чертеже показано девять изображений изделия: 1) вид спереди, соединенный с фронтальным разрезом; 2) вид сверху; 3) вид слева, соединенный с профильным разрезом; 4) вид *Г*; 5) разрез *А—А* детали *1*; 6) разрез *Б—Б*; 7) разрез *Е—Е* и 8) сечение по ребрам детали *2* и *9*) наглядное изображение.

Данный пресс предназначен для прессования документов, подлежащих шнуровке.

В станину *1*, снабженную отверстиями, устанавливаются колонны *3*, которые закрепляются клиньями *2*. К прижимной плите *4* привинчиваются винтами *6* направляющие *5*, которые скользят по колонне *3*.

В поперечину *13* вставляют бронзовую втулку *11*, закрепив ее винтом *7*, после чего поперечина *13* устанавливается на двух колонках *3* и закрепляется двумя гайками *8*.

Для ввинчивания шпинделя *14* на нем закреплена рукоятка *9*. Рукоятка *9* имеет два ограничителя, из которых один вытачивается вместе с рукояткой, а второй *10* закрепляется на рукоятке при сборке, шпиндель *14* с рукояткой *9* ввинчивается в бронзовую втулку *11*.

Нижняя часть шпинделя заканчивается опорной головкой с проточкой. Опорная головка входит в выточку плиты *4* так, что опорное кольцо *16*, состоящее из двух половин, входит в проточку детали *14* и закрепляется на плите двумя винтами *15*.

При вывинчивании шпинделя *14* опорная головка упирается в опорное кольцо и вместе с плитой *4* поднимается вверх.

При прессовании нижняя часть шпинделя *14* упирается в основание выточки на плите *4*.

При изучении контуров детали *1* следует обратить внимание на линии, закрытые клином *2*, на виде спереди и отверстия под колонки *3* на виде сверху. Деталь *1* показана на пяти изображениях (рис. 426а).

Плита *4* (рис. 426б) показана на пяти изображениях: на главном виде — в соединении с профильным разрезом, на виде сверху, в разрезе *Е—Е* и на вынесенном сечении по одному из ребер. При чтении этой детали рекомендуется отметить отверстия с резьбой под винты (детали *6* и *15*), которые показаны на виде сверху и в разрезе *Е—Е*.

Колонка *3* (рис. 426д) показана в шести изображениях. Изучая эту деталь на главном виде и виде слева, следует обратить внимание на нижний хвостовик, входящий в станину *1*, а на видах сверху, по стрелке *Г* и в разрезе *Е—Е* — на буртик, имеющий больший диаметр, чем основной стержень этой детали.

Изучая поперечину *13*, необходимо отметить в местных разрезах на главном виде и виде слева горизонтальную прямую в средней части центрального отверстия под втулку *11* (рис. 426г).

Шпиндель *14* показан на четырех изображениях (рис. 426в).

Изучив формы отдельных деталей, следует вновь вернуться к описанию конструкции пресса с тем, чтобы более глубоко изучить, как он работает и каково его назначение.

Вопросы для самопроверки

1. Что мы понимаем под чтением сборочного чертежа?
2. Какова последовательность чтения чертежа?
3. Какие возникают трудности при чтении сборочных чертежей?

Раздел XII. ДЕТАЛИРОВАНИЕ И КОПИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 55. РОЛЬ И НАЗНАЧЕНИЕ ДЕТАЛИРОВОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Деталированием называется выполнение рабочих чертежей деталей по сборочному чертежу. Деталирование — это одна из заключительных операций проектирования машин, станков, аппаратов и приборов. Обычно сначала создаются конструктивные сборочные чертежи установок, машины и других изделий или их частей, предназначенных к изготовлению, после чего по ним изготовляются рабочие чертежи, определяющие форму и размеры каждой детали. Созданные таким путем чертежи используются при изготовлении деталей на производстве.

В процессе деталирования уточняются и увязываются с другими деталями размеры и форма каждой проектируемой детали.

Выполнение деталировочных чертежей имеет важное учебное значение, как один из методов приобретения глубоких знаний и навыков по чтению чертежей.

Выполнение деталировочных чертежей требует большой самостоятельности.

В процессе деталирования главный вид каждой отдельной детали может оказаться не таким, как он выглядит на сборочном чертеже, число видов, разрезов и сечений может потребоваться большим или меньшим, может возникать необходимость в изменении масштаба рабочего чертежа детали и т. д. Связано это с различием в требованиях, которые предъявляются к сборочным чертежам и рабочим чертежам деталей.

Несмотря на то, что в процессе деталирования сборочного чертежа задачи чтения чертежа и составления рабочих чертежей детали очень тесно переплетаются между собой, начальную стадию работы над этим заданием можно разделить на два этапа:

1. Предварительное чтение сборочного чертежа.
2. Повторение ранее изученного материала, относящегося к требованиям, которые предъявляются к рабочим чертежам деталей машин, выбору главного вида и числа изображений на этих чертежах, нанесению размеров, нанесению знаков шероховатости поверхностей, условностям, связанным с выполнением чертежей специальных деталей (шестерен, пружин, шлицевых валов и т. д.).

§ 56. ВЫПОЛНЕНИЕ КОПИИ ЧЕРТЕЖА НА КАЛЬКЕ

Чертежи, предназначенные для изготовления по ним изделий или их частей, нужны на производстве в большом количестве экземпляров. Светокопировальный метод размножения чертежей, связанный с трудоемким ручным процессом предварительного изготовления копии на кальке, начинает в настоящее время вытесняться прогрессивными способами изготовления копий такими, как печатание, фотографирование и т. п. Однако очень широкое распространение светокопировального метода в производственной и проектной практике требует ознакомления с ним учащихся.

Копия, выполненная на кальке, является обычно основным документом, определяющим изделие и его составные части. Тщательно проверенная и соответствующим образом оформленная надписями калька называется подлинником.

В связи с этим кальку необходимо выполнять особенно тщательно.

Ниже приводятся некоторые указания по выполнению копии на кальке.

Чертеж и кальку необходимо прочно прикрепить кнопками к доске, чтобы ни чертеж, ни калька не могли смещаться в процессе работы.

Если калька недостаточно прозрачна, ее следует предварительно смазать с помощью тампона из ваты смесью машинного масла с бензином. Протирать кальку надо в одном направлении (вдоль или поперек листа) и наносить равномерный и минимальный слой жидкости. После этого надо дать возможность кальке просохнуть, аккуратно снять мягкой тряпкой излишний слой жира и наложить кальку на чертеж промасленной стороной.

Если тушь плохо ложится на кальку, то поверхность кальки следует слегка протереть порошком мела или магнезии при помощи тампона из ваты.

Начинать копирование надо с тонких линий (осевых, тонких сплошных), затем проводить штриховые линии и последними наносить основные сплошные линии. При этом проведение каждого типа линий следует начинать с криволинейных участков.

Снимать кальку с оригинала можно только после окончания всей работы и тщательной проверки всего чертежа.

В качестве самостоятельной работы необходимо выполнить копию на кальку с любого чертежа формата 12 либо нескольких чертежей, составляющих этот формат. Выполненный чертеж присылается на проверку вместе с чертежами задания № 6.

Вопросы для самопроверки

1. Что называется деталированием сборочных чертежей?
2. На каком этапе проектирования выполняют деталирование сборочных чертежей?
3. Какие требования предъявляются к рабочим чертежам деталей машин?
4. Какова последовательность выполнения копии чертежа на кальке?

Методические указания и задания к части VI «Чтение и деталирование сборочных чертежей»

Самостоятельная графическая работа по данному разделу курса состоит из двух частей: 1) Выполнение эскизов деталей на прозрачном материале в процессе чтения сборочных чертежей. Эта работа на проверку преподавателю не представляется. 2) Выполнение деталировочных чертежей, которые должны быть представлены на проверку преподавателю. Студент допускается к зачету только после утверждения этих чертежей преподавателем.

Задания по чтению сборочных чертежей. Ознакомившись с порядком чтения сборочного чертежа на ряде приведенных выше примеров, необходимо приступить к самостоятельной работе по этому разделу курса. Для этого

на рис. 427, 428, 429, 430 и 431 приведены сборочные чертежи.

Студентам, для которых рекомендуется по предыдущим разделам курса серия заданий А, необходимо прочитать сборочные чертежи на рис. 427 и 429.

Студентам, выполняющим задания серии Б, необходимо изучить сборочные чертежи на рис. 428, 429 и 430.

Студенты, выполняющие задания серии В, должны прочитать сборочные чертежи на рис. 428, 429 и 431.

К этим заданиям даны описания конструкций и чертежи наиболее существенных и интересных деталей, позволяющие сверить решение с действительными контурами каждой изучаемой детали.

За каждым сборочным чертежом следует несколько чертежей (шаблонов), на которых изображены основные детали данного изделия во всех тех видах, в которых они показаны на основном сборочном чертеже и в том же масштабе. При этом на первом из следующих за сборочным чертежом рисунке все изображения один относительно другого и относительно рамки чертежа расположены точно так же, как и на основном сборочном чертеже. На остальных рисунках в целях экономии места изображения сдвинуты относительно рамки и один относительно другого. В этом случае рамки чертежа уменьшены.

Изучать формы отдельных деталей необходимо следующим образом. Лист прозрачного материала (отмытую от эмульсии рентгеновскую пленку, целофан, кальку * и т. п.) наложить на соответствующий сборочный чертеж и прикрепить этот лист к чертежу канцелярскими скрепками. Нанести чернилами (или тушью) на прозрачном материале контуры одной из деталей на всех изображениях, на которых эта деталь показана, а также нанести рамку всего чертежа.

Чертеж выполняют от руки очень аккуратно, чтобы при анализе этого чертежа построенные линии хорошо совместились с отдельным чертежом этой детали в книге.

После того как все контуры изучаемой детали нанесены, прозрачный лист необходимо снять со сборочного чертежа и наложить его на чертеж этой детали, выполненный на отдельном рисунке, следующим за сборочным чертежом. При совмещении выполненного чертежа с соответствующим рисунком надо добиваться строгого совпадения рамок этих чертежей, а в тех случаях, когда на чертеже детали отдельные изображения сдвинуты относительно рамки или один относительно другого, надо совмещать каждое изображение в отдельности, добиваясь совпадения главных осей этого изображения. Если при выполнении чертежа были пропущены какие-либо контуры изучаемой детали или проведены контуры другой детали, то после совмещения оригинала с отдельным чертежом детали в книге это будет сразу обнаружено.

Обнаружив ошибку, нужно вернуться к сборочному чертежу, вновь сопоставить между собой изучаемую деталь на разных изображениях и установить причину этой ошибки.

Если же проведены линии, не относящиеся к детали, то надо обязательно по сборочному чертежу установить, к каким именно деталям относятся эти линии с тем, чтобы подобные ошибки не повторялись вновь.

Далее после каждого задания даны вопросы для самопроверки, на которые необходимо ответить для более глубокого изучения сборочного чертежа.

П о д ш и п н и к (рис. 427). Рекомендуется выполнить чертежи деталей *1*, *2* и *4*, которые можно затем проверить по рис. 427а, 427б, 427в.

Описание конструкции. На рис. 427 изображен подшипник скольжения, который состоит из корпуса *1*, крышки *2*, нижнего *3* и верхнего *4* вкладышей и стяжных болтов *5* с гайками *7*. Масло для смазки поступает из масленки (на чертеже не показана) через отверстие в патрубке, имеющемся в верхнем вкладыше, растекается по канавкам, образованным на опорной поверхности вкладыша.

Буртики на вкладышах предохраняют вкладыши от осевого смещения. Для разборки подшипника необходимо отвернуть гайки *7* и снять их, тогда крышка и вкладыши могут быть свободно отсоединены от корпуса.

Указания по чтению чертежа. При изучении формы корпуса и крышки подшипника на виде слева следует обратить внимание на то, что не все контуры этих деталей видны в данном изображении.

Рассматривая контуры вкладышей, обратите внимание на невидимые части буртиков на виде спереди (находящиеся за плоскостью разреза) и на то, что разъем вкладышей происходит по горизонтальной плоскости, проходящей через ось отверстия.

Вопросы для самопроверки

1. Почему на виде спереди и на виде слева показаны соединения вида с разрезом, а не полный разрез?
2. Почему разрезы на виде спереди и виде слева не обозначены?
3. Для чего в верхнем вкладыше сделано вертикальное отверстие? Каково назначение резьбы в этом отверстии?
4. Совершает ли движение какая-либо из деталей подшипника в процессе его эксплуатации?
5. Необходимо ли извлекать стяжные болты из отверстия корпуса подшипника для того, чтобы вынуть вкладыши?

Р е д у к т о р к о н и ч е с к и й (рис. 428). Рекомендуется выполнить эскизы деталей *1*, *2*, *4*, *5*, *8*, *13*, которые можно затем проверить по рис. 428а, 428б, 428в, 428г, 428д, 428е.

Описание конструкции. Редуктор состоит из следующих основных деталей: корпуса *1*, крышки *8*, шестерен *4* и *13*, шарикоподшипников *3* и *6*, боковых крышек *5* и *12*, нижней крышки *2* и пластины *9*. Крышка редуктора крепится к корпусу с помощью восьми болтов *20* и *21* с гайками.

Шестерня *13* выполнена как одно целое с валом, который опирается на подшипники качения *6*. Наружные кольца этих подшипников в осевом направлении фиксируются боковыми крышками *5* и *12*. Эти крышки прикреплены к корпусу и крышке *8* редуктора винтами *7*.

Хвостовик шестерни *4* опирается на два шарикоподшипника *3*. Положение внутренних колец этого подшипника на хвостовике шестерни фиксируется с помощью гайки *18*, распорного кольца *15* и втулки *14*. Наружные кольца подшипников фиксируются в корпусе с помощью нижней крышки *2*, прикрепленной к корпусу четырьмя винтами *19*, и специальной выточки в корпусе.

Пластина *9* на крышке редуктора закрывает отверстие для осмотра шестерни.

Горизонтальный вал с шестерней *13* приводится во вращение от двигателя через муфту (на чертеже не показаны). Шестерня *4*, расположенная вертикально, передает вращение механизму с помощью вала и шпонки (на чертеже не показаны), входящих в соответствующие отверстия втулки.

Указания к чтению чертежа. Изучая форму детали *1*, следует обратить внимание на то, что линия разъема между корпусом и крышкой на виде спереди совпадает с осью шестерни (вала) *13*, а внешние и внутренние контуры детали частично закрыты деталями *2*, *4*, *5*, *12*, *13*, *14*. Устанавливая очерк корпуса на виде слева, нужно иметь в виду, что внутри отверстия для вала не будет проходить никаких контурных линий.

Некоторые контурные линии детали *2* на фронтальном разрезе полностью или частично закрыты деталями *4* и *19*. На виде сбоку не видна часть этой детали, входящей в корпус. На виде сверху деталь *2* полностью не видна.

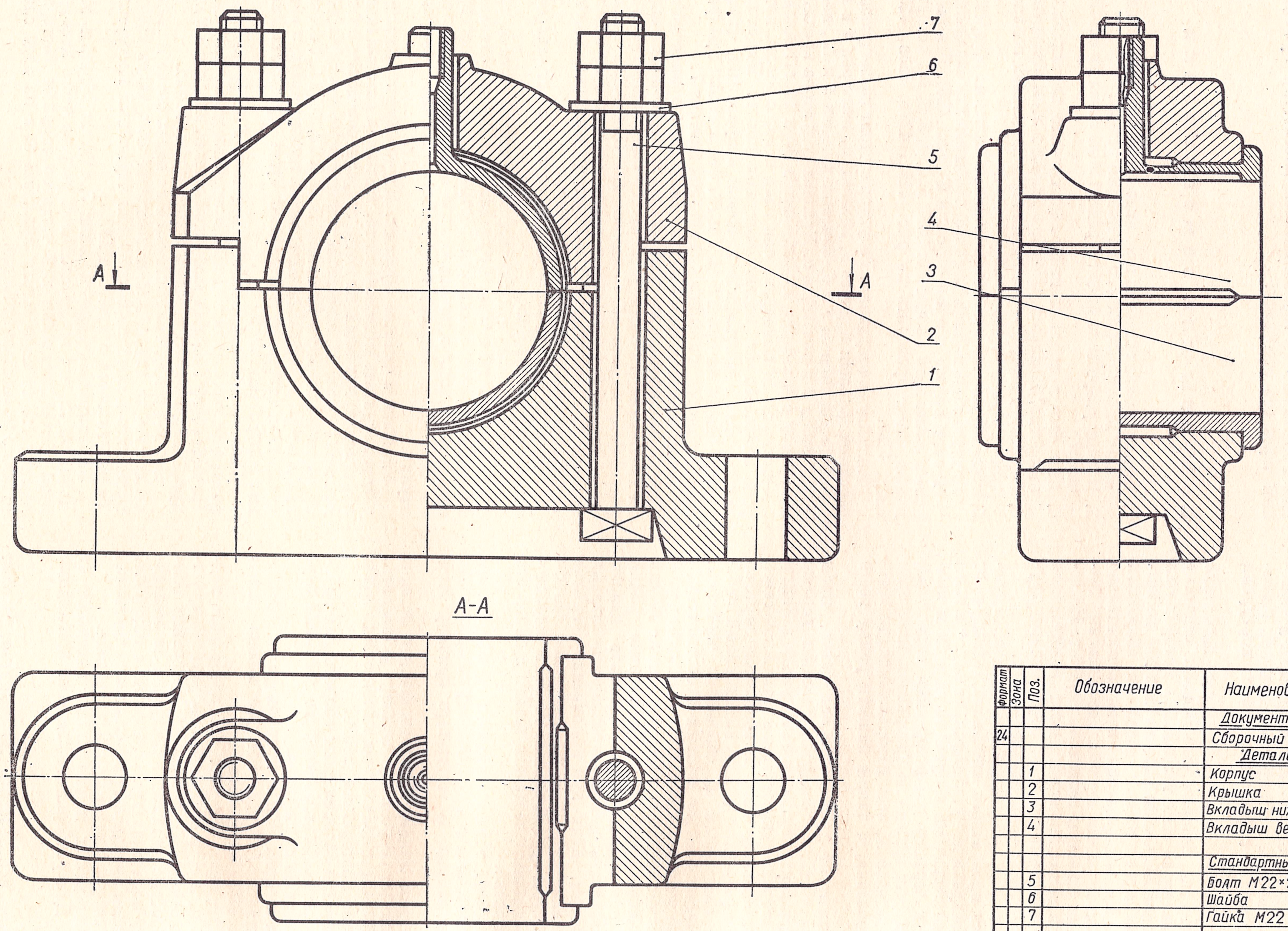
В связи с тем, что шестерня *4* на видах слева и сверху полностью не видна, для выполнения этих видов следует применить в порядке исключения чертежный инструмент. То же относится и к детали *13*.

Рассматривая форму крышки *5*, следует обратить внимание на то, что на фронтальном разрезе часть контуров этой детали полностью или частично закрыты шестерней (валом) *13*, на виде сверху крышкой *8*, а на виде слева деталь *5* полностью не видна.

Замечания к изучению детали *8* в сущности те же, что и в отношении детали *1*.

---

* Пленку можно использовать многократно, смывая рисунок после решения задачи водой; целофан и калька пригодны только для разового пользования.



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Приме-чание
				Документация		
24				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Корпус	1	
		2		Крышка	1	
		3		Вкладыш нижний	1	
		4		Вкладыш верхний	1	
				Стандартные детали		
		5		Болт М22×260	2	
		6		Шайба	2	
		7		Гайка М22	4	

Зм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Подшипник	Лит.	Масса	Масштаб
Чертил						Лист	Листов	
Проверил						КТИПП		
Принял								

Рис. 427.

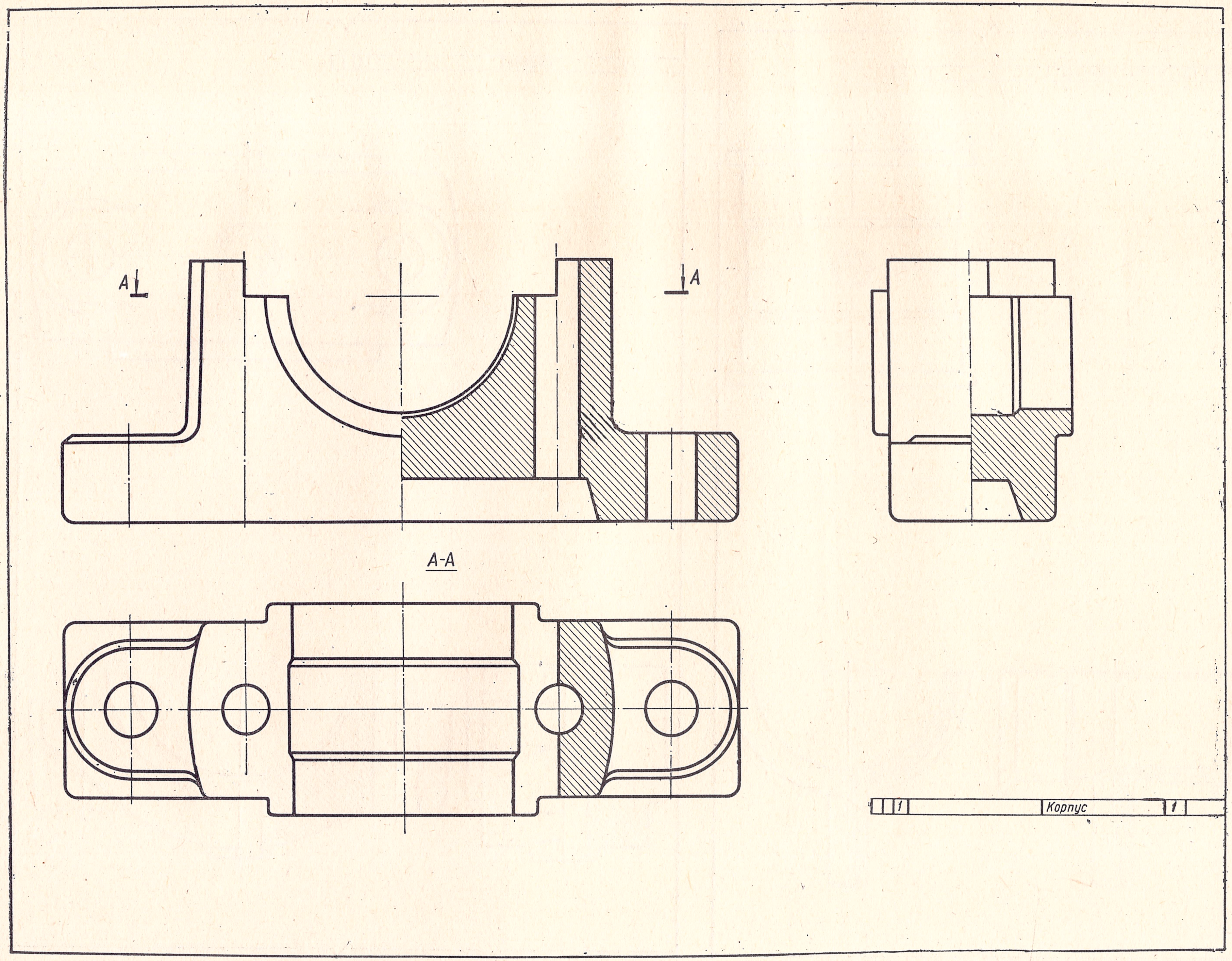


Рис. 427а.

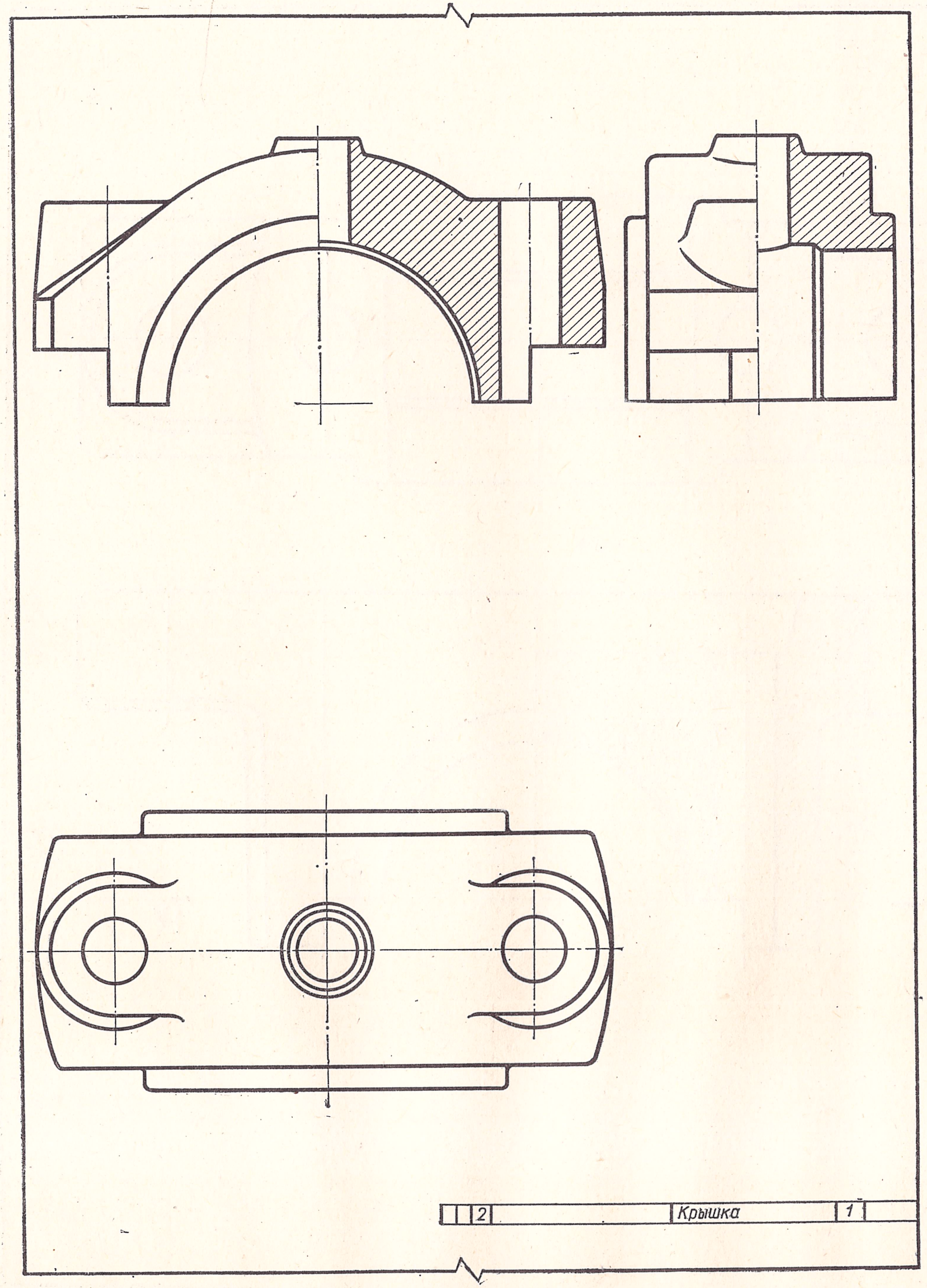


Рис. 427б.

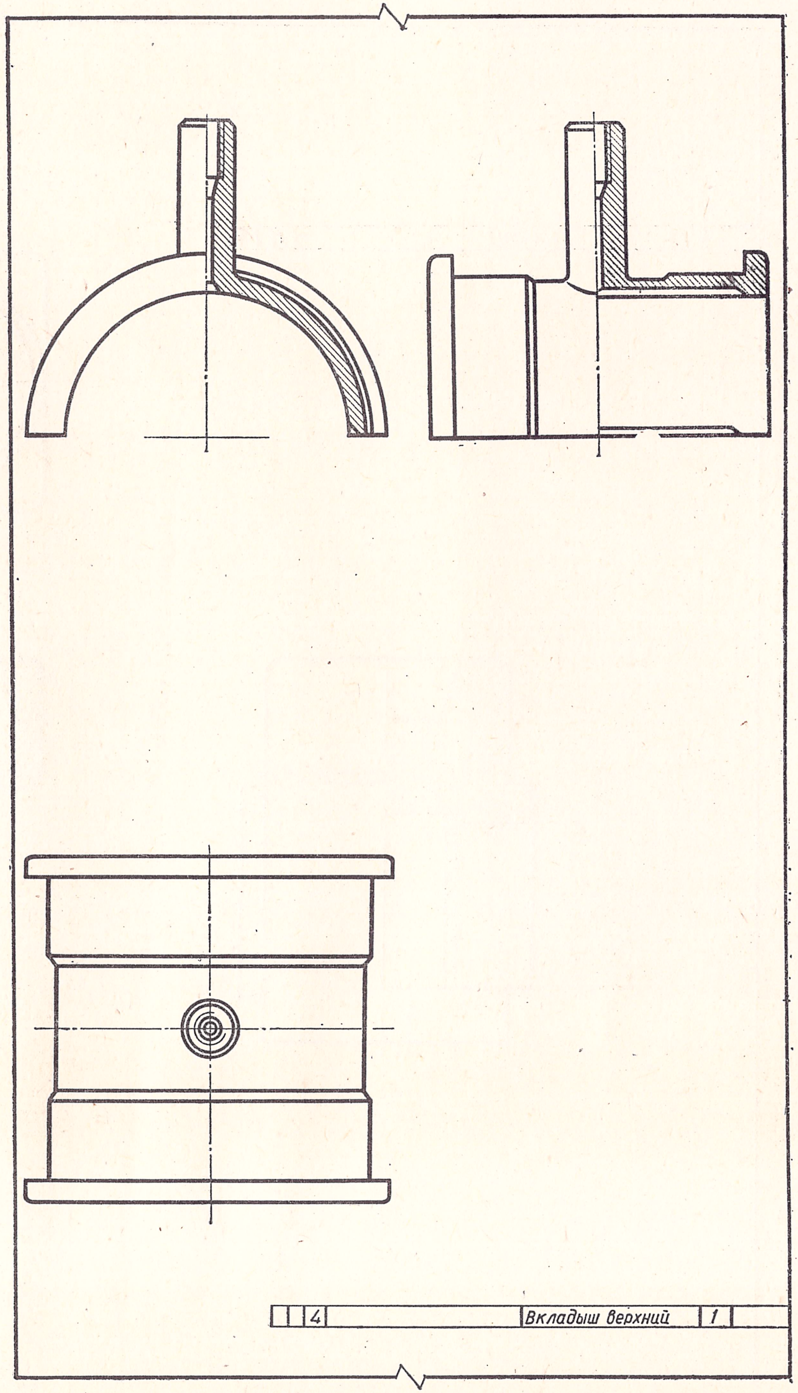
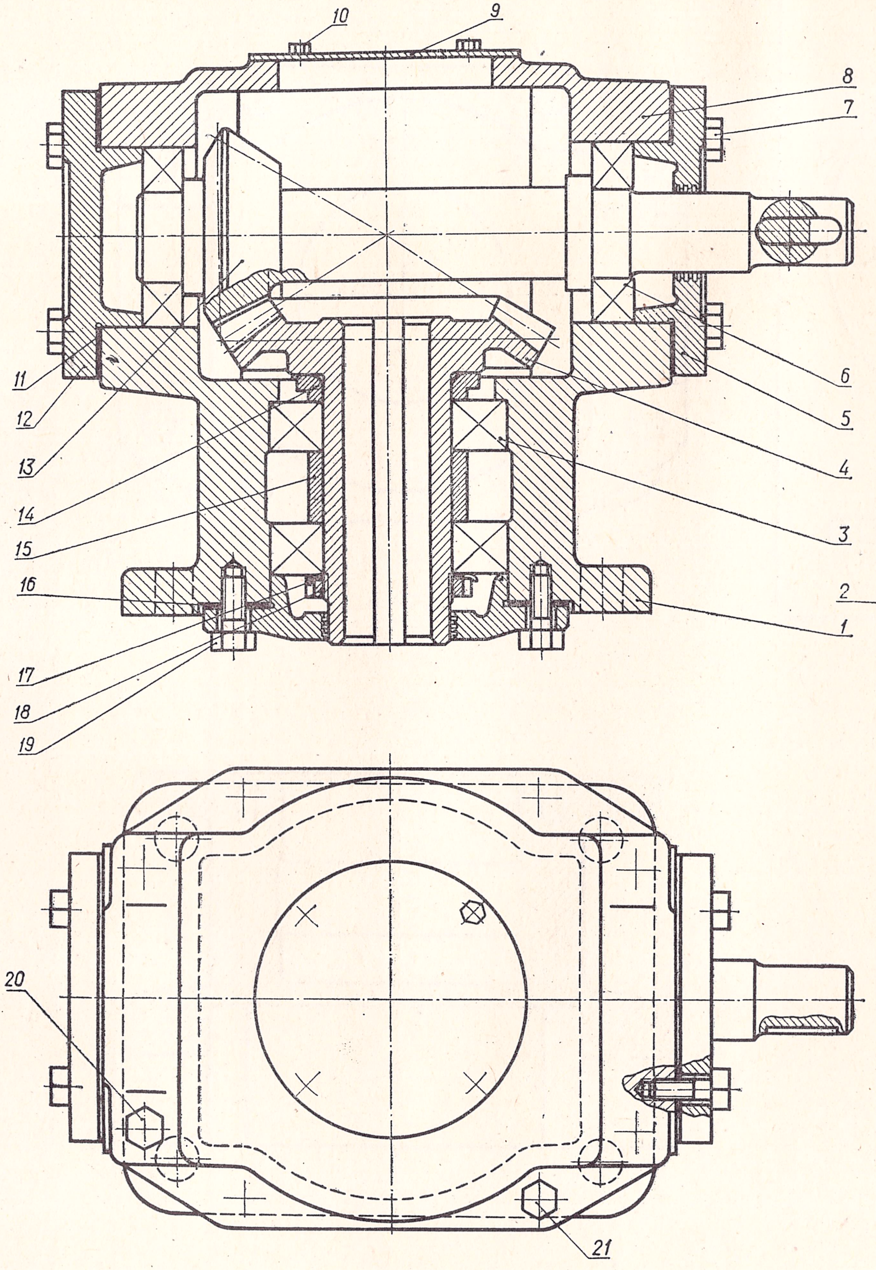
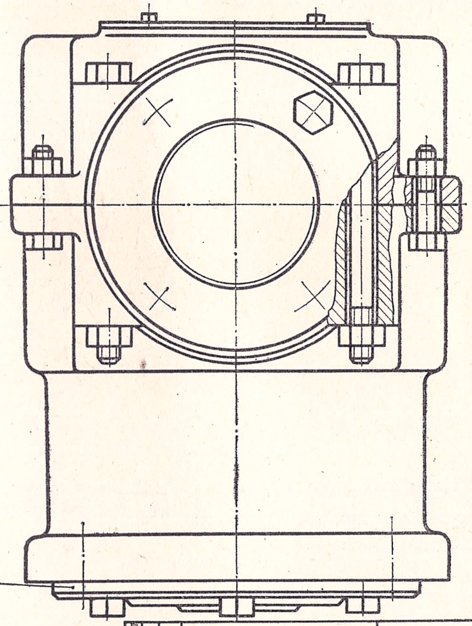


Рис. 427в.





Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
				Документация		
24				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Корпус редуктора	1	
		2		Крышка	1	
		4		Шестерня $m=6$; $z=24$	1	
		5		Крышка	1	
		8		Крышка редуктора	1	
		9		Пластина	1	
		11		Прокладка	3	
		12		Крышка	1	
		13		Шестерня $m=6$; $z=14$	1	
		14		Втулка	1	
		15		Втулка	1	
		16		Прокладка	1	
		17		Шайба замочная	1	
		18		Гайка круглая	1	
		19		Винт М16×24	6	
				Стандартные детали		
		3		Шарикоподшипник	2	
		6		Шарикоподшипник	2	
		7		Винт М10×1,5	8	
		10		Винт М6×10	4	
		20		Болт М16×120	4	
		21		Болт М10×1,5	4	

Зм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лит.	Масса	Масштаб
Чертил					Редуктор конический			
Проверил						Лист	Листов	
Принял						КТИПП		

Рис. 428.

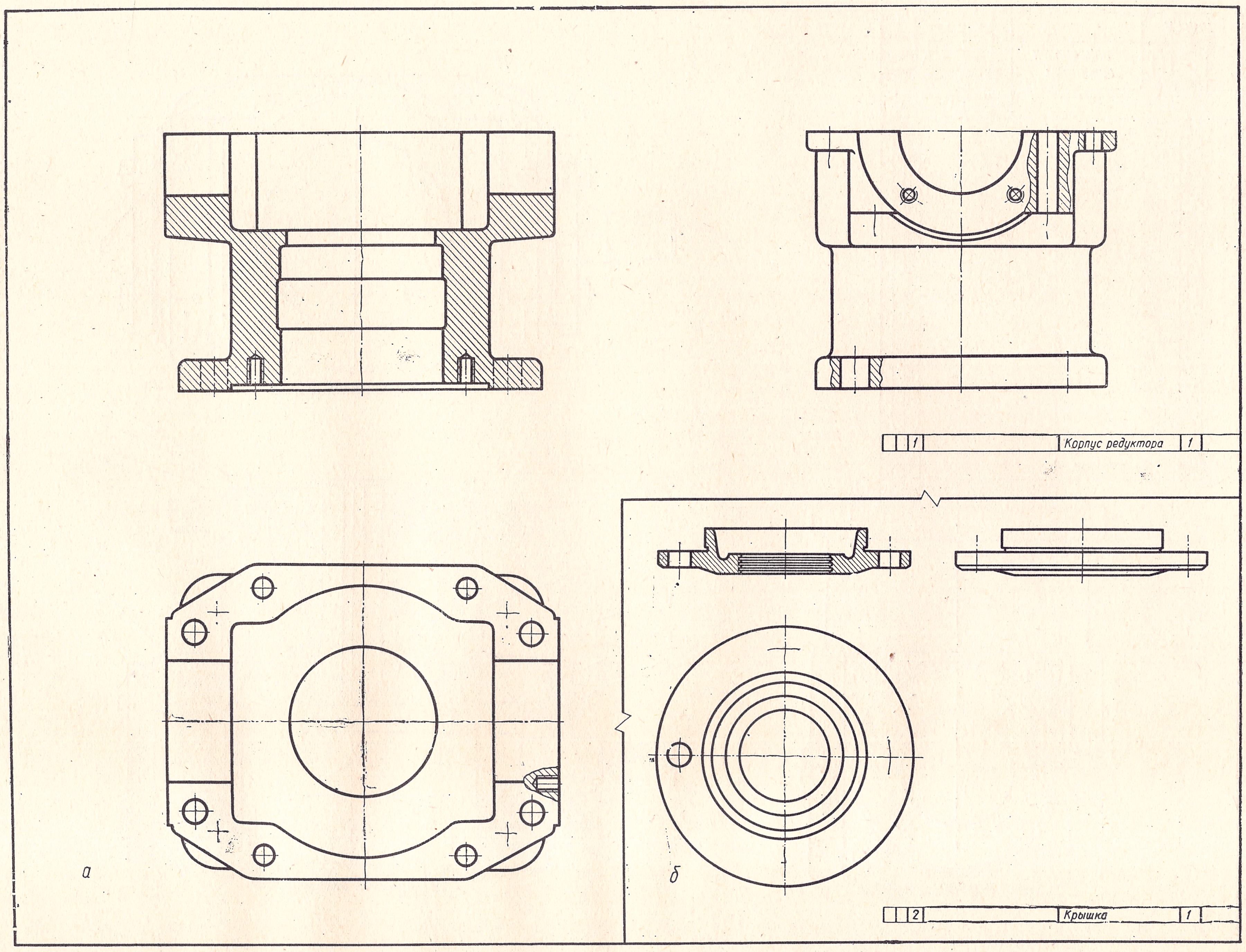


Рис. 428а,б.

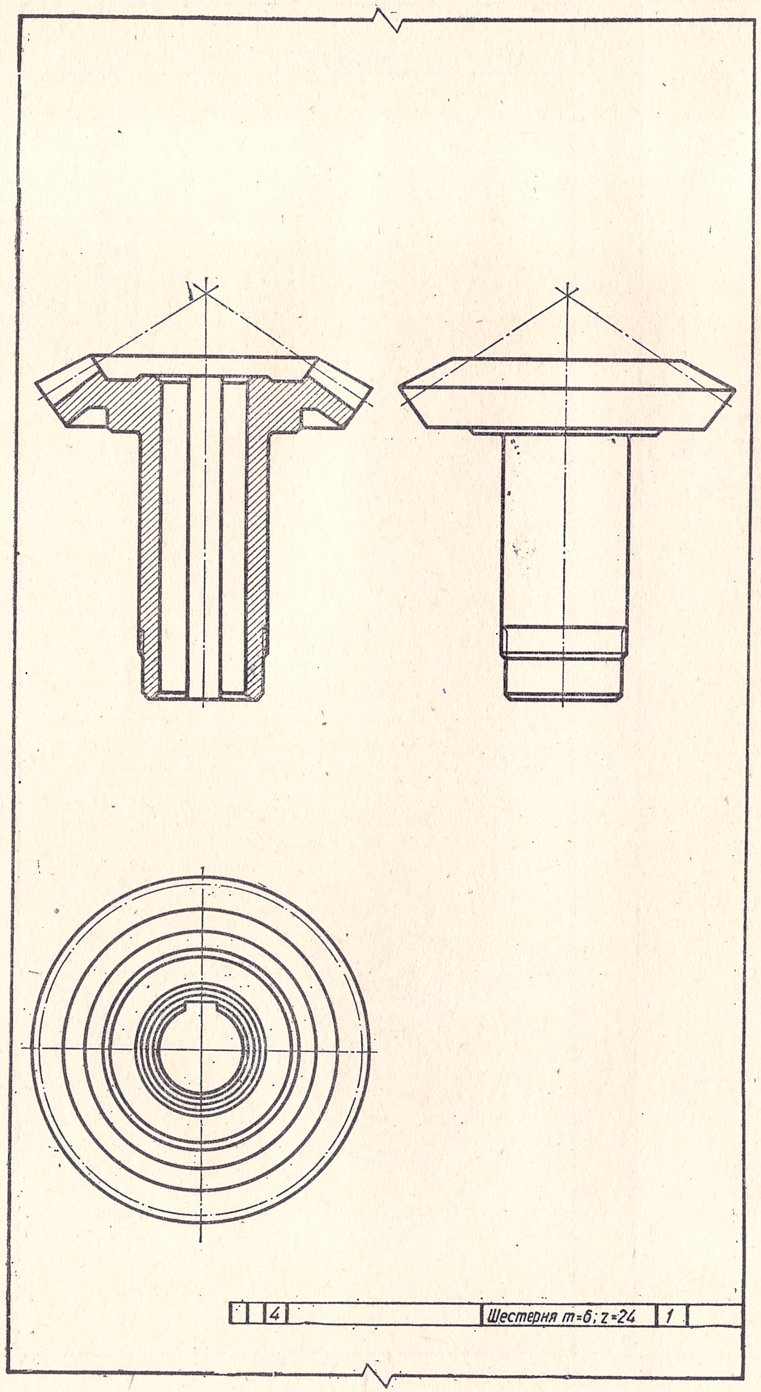


Рис. 428в.

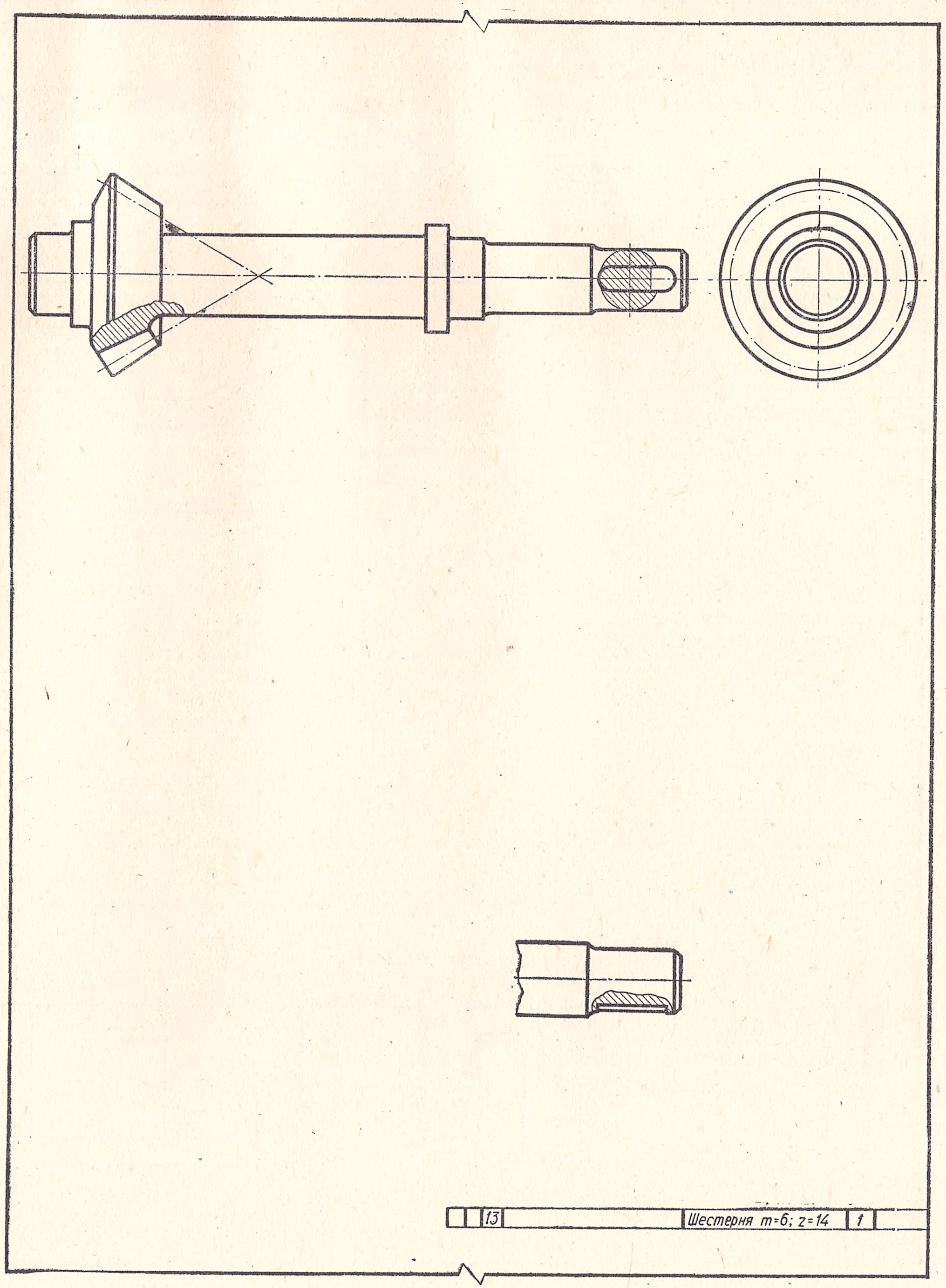


Рис. 428г.

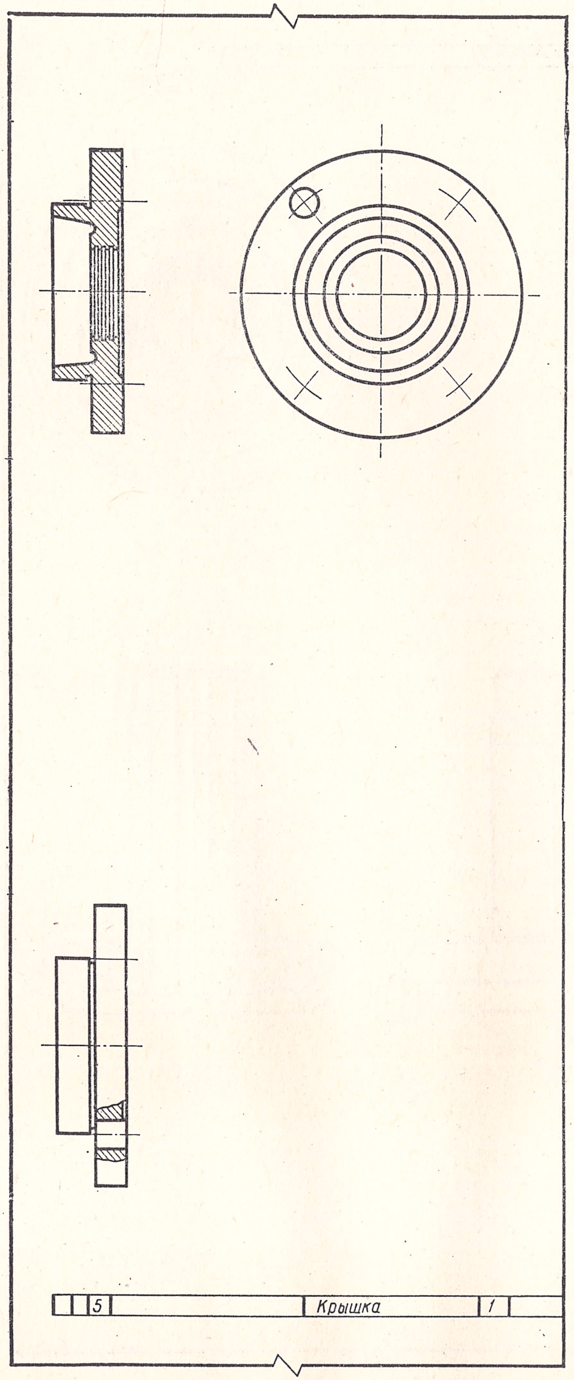


Рис. 428д.

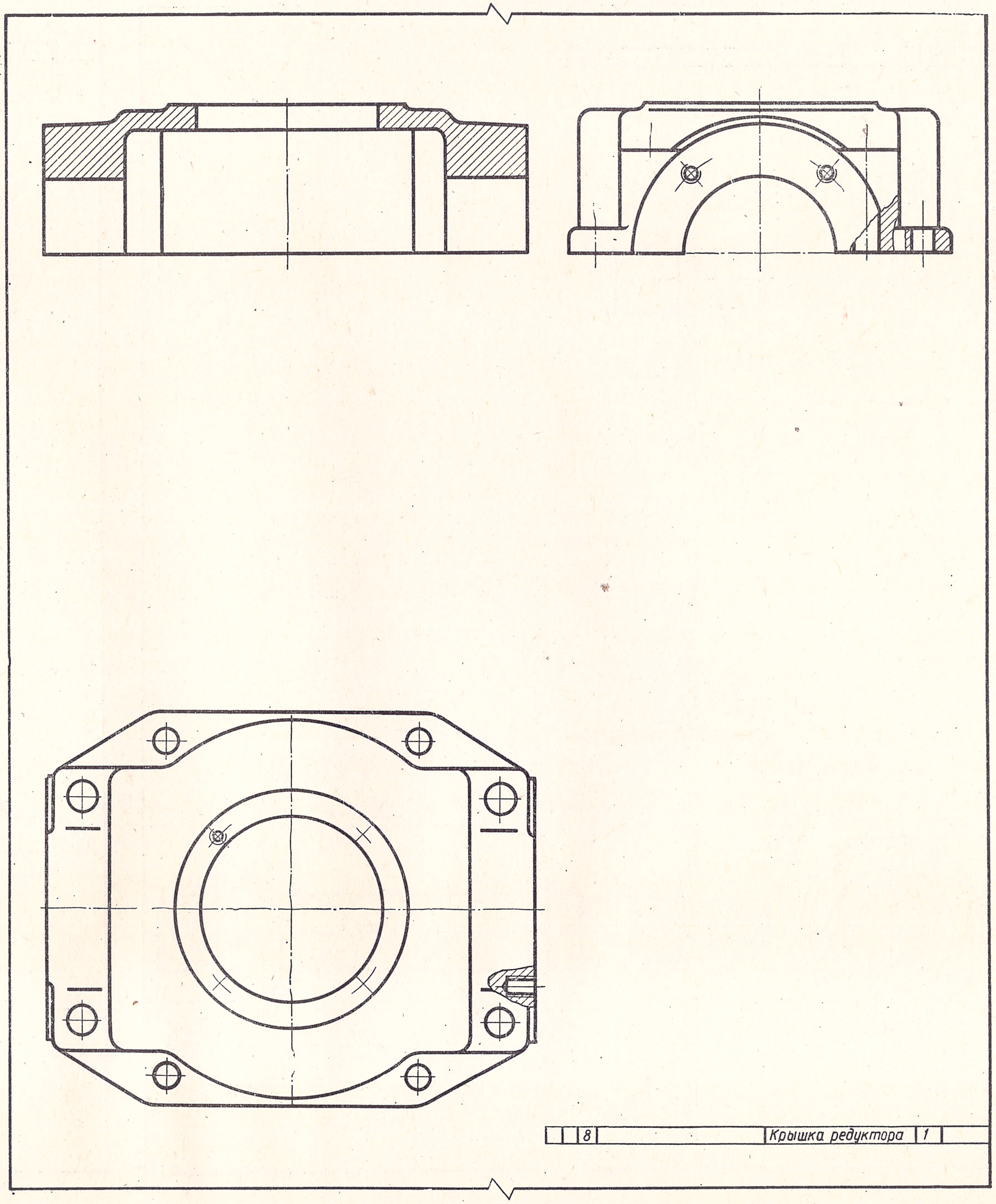
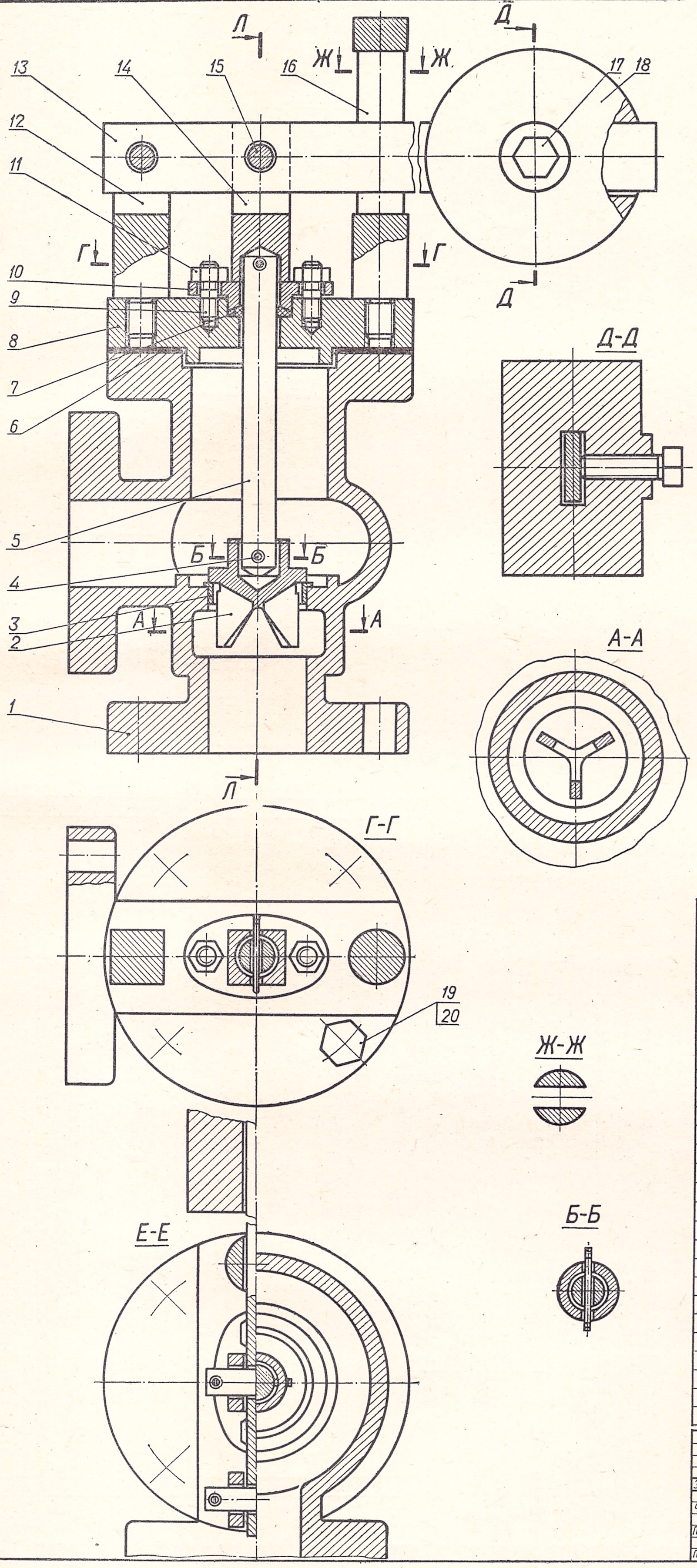
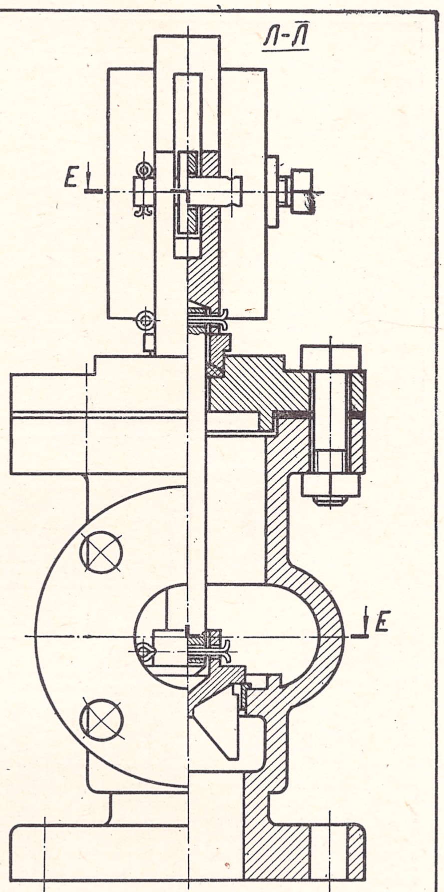


Рис. 428е.





Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
				Документация		
24				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Корпус	1	
		2		Клапан	1	
		3		Гнездо клапана	6	
		5		Шпиндель	1	
		6		Прокладка	1	
		7		Набивка		
		8		Крышка	1	
		10		Сальник	1	
		12		Опорная стойка	1	
		13		Коромысло	1	
		14		Серьга	1	
		15		Палец	2	
		16		Направляющая стойка	1	
		18		Противовес	1	
				Стандартные детали		
		4		Шплинт 4×32	6	
		9		Шпилька	2	
		11		Гайка М10	2	
		17		Болт М12×40	1	
		19		Гайка М16	4	
		20		Болт М16×65	4	

Зм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Клапан предохранительный	Лит.	Масса	Масштаб
Чертил						Лист	Листов	
Проверил						КТИПП		
Принял								

Рис. 429.

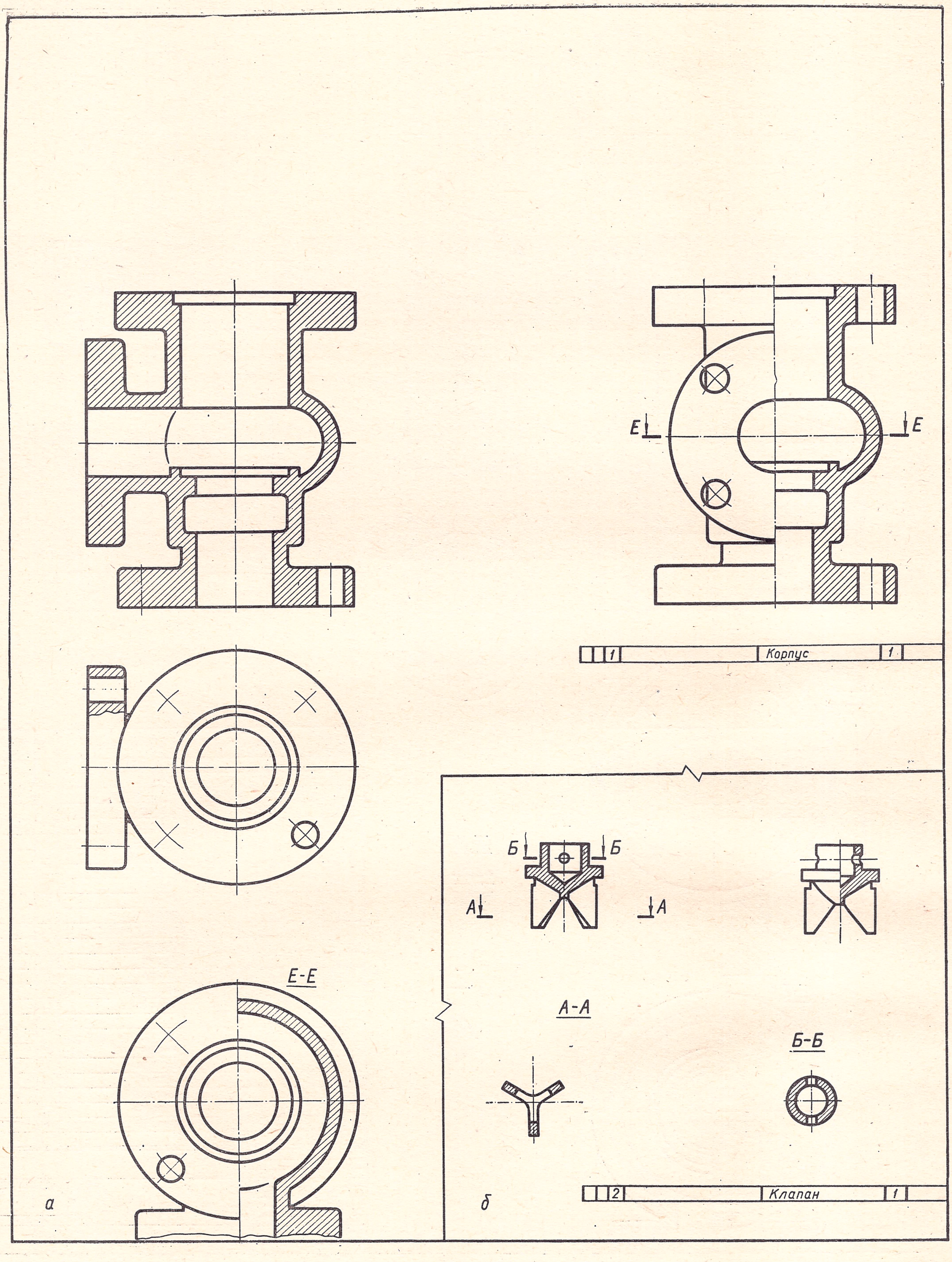
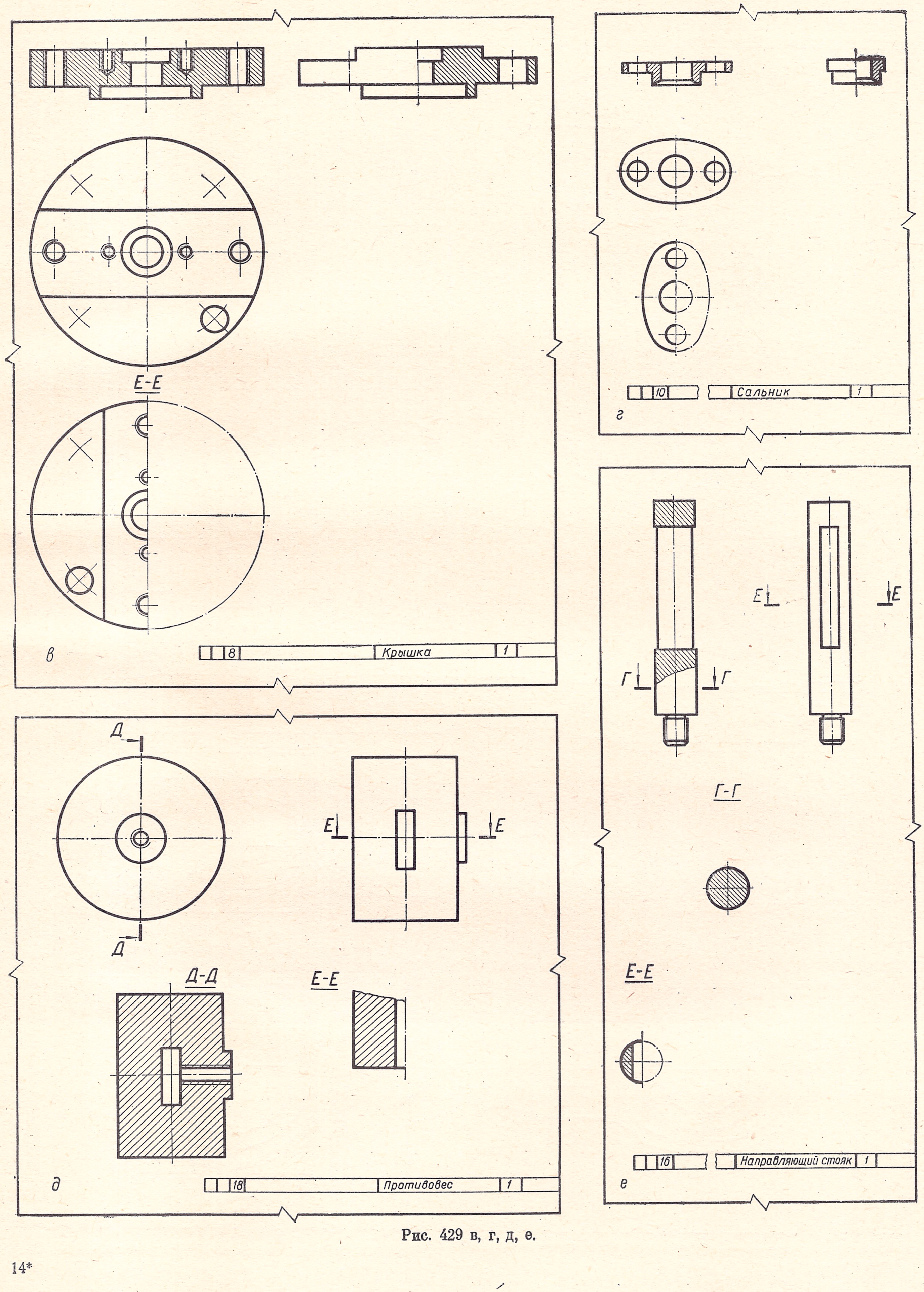
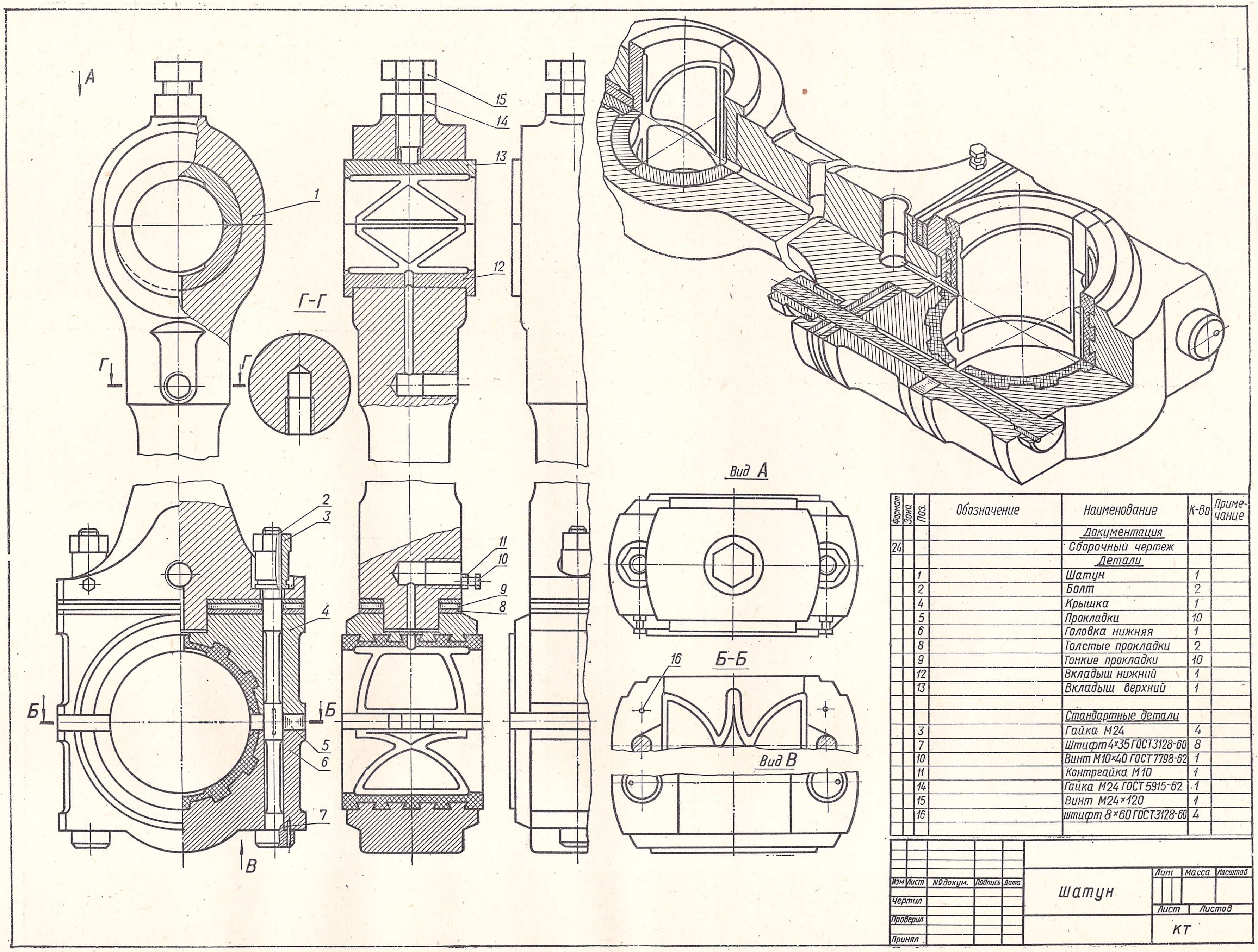


Рис. 429а, б.


Е-Е
в
8
Крышка
1
10
Сальник
1
г
Е
Е
Г
Г
Г-Г
Е-Е
16
Направляющий стояк
1
е
Д
Д
Е
Е
Д-Д
Е-Е
д
18
Противовес
1
Рис. 429 в, г, д, е.



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Приме-чание
				Документация		
24				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Шатун	1	
		2		Болт	2	
		4		Крышка	1	
		5		Прокладки	10	
		6		Головка нижняя	1	
		8		Толстые прокладки	2	
		9		Тонкие прокладки	10	
		12		Вкладыш нижний	1	
		13		Вкладыш верхний	1	
				Стандартные детали		
		3		Гайка М24	4	
		7		Штифт 4×35 ГОСТ 3128-60	8	
		10		Винт М10×40 ГОСТ 7798-62	1	
		11		Контргайка М10	1	
		14		Гайка М24 ГОСТ 5915-62	1	
		15		Винт М24×120	1	
		16		Штифт 8×60 ГОСТ 3128-60	4	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лит	Масса	Масштаб
Чертил					Шатун	Лист	Листов	
Проверил						КТ		
Принял								

Рис. 430.

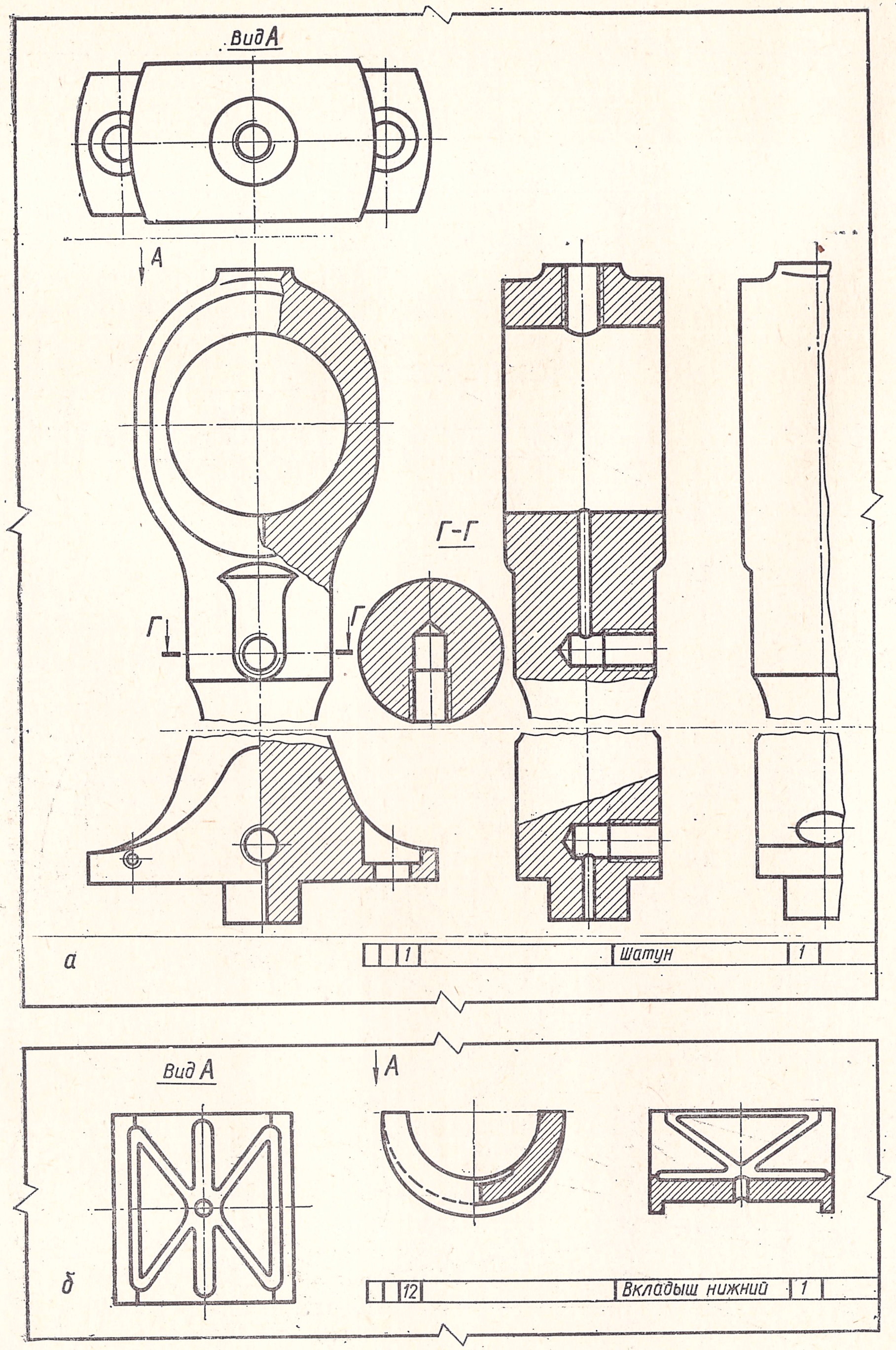


Рис. 430 а.б.

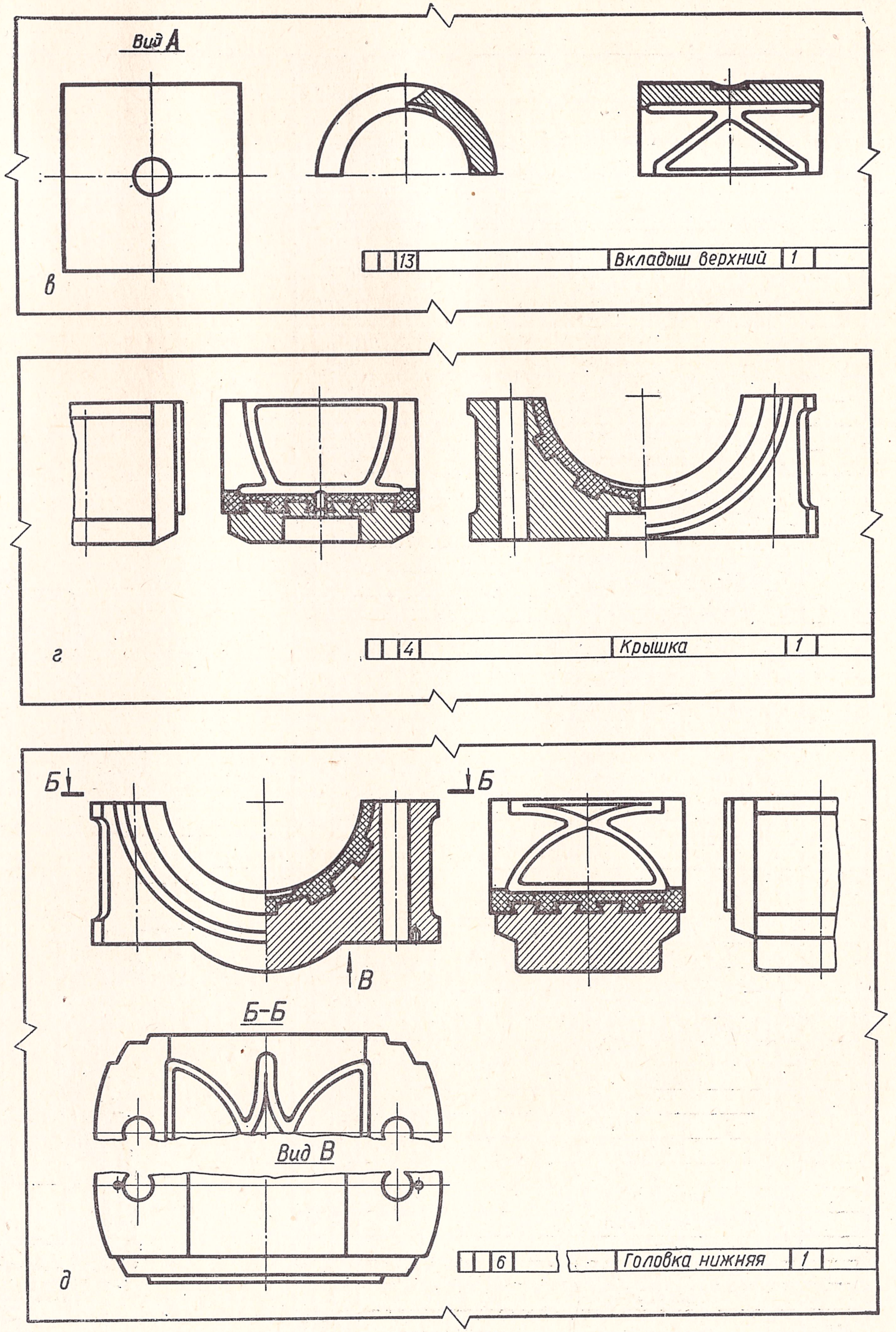
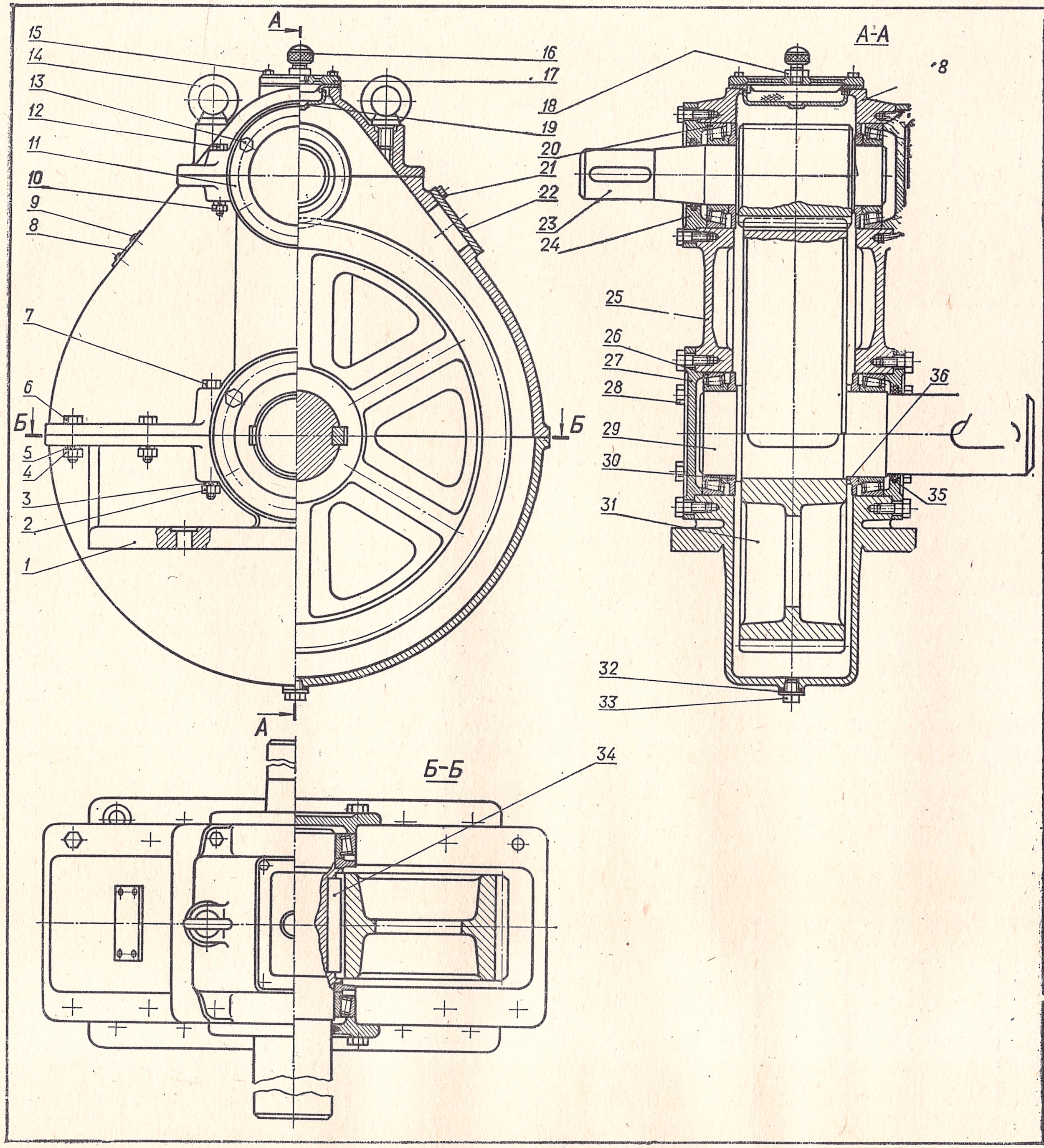


Рис. 430 в, г, д.



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Примечание
				Документация		
24				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Нижняя часть корпуса	1	
		11		Крышка глухая	1	
		16		Отдушина		
		17		Крышка люка		
		19		Сетка	1	
		22		Крышка	1	
		23		Вал-шестерня	1	
		24		Крышка	1	
		25		Верхняя часть корпуса	1	
		27		Крышка глухая	1	
		29		Вал	1	
		31		Колесо зубчатое	1	
		36		Кольцо упорное	1	
		37		Крышка	1	
		38		Крышка	1	
				Стандартные детали		
		2		Гайка М20 ГОСТ 2524-62	4	
		3		Шайба 20 ГОСТ 6402-52	4	
		4		Гайка М10 ГОСТ 2524-62	8	
		5		Шайба 10 ГОСТ 6402-52	12	
		6		Болт М10×70 ГОСТ 7805-62	8	
		7		Болт М20×200 ГОСТ 7805-62	4	
		8		Знак заводской	1	
		9		Винт М3×10 ГОСТ 1489-62	4	
		10		Гайка М8 ГОСТ 2524-62	4	
		12		Болт М8×100 ГОСТ 7805-62	4	
		13		Болт М8×50 ГОСТ 7850-62	12	
		14		Рим-болт М22	2	
		15		Болт М6×40 ГОСТ 7805-62	4	
		18		Гайка М10 ГОСТ 2524-62		
		20		Роликоподшипник №7222	2	
		21		Болт М6×30 ГОСТ 7805-62	4	
		26		Роликоподшипник №7232	2	
		28		Болт М10×50 ГОСТ 7805-62	12	
		30		Шайба	4	
		32		Прокладка	1	
		33		Пробка М30 ГОСТ 7805-62	1	
		34		Шпонка 18×11×100 ГОСТ 8780-58	2	
		35		Уплотнение	2	

Зм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лит.	Масса	Масштаб
Чертил					Редуктор			
Проверил						Лист	Листов	
Принял						КТИПП		

Рис. 431.

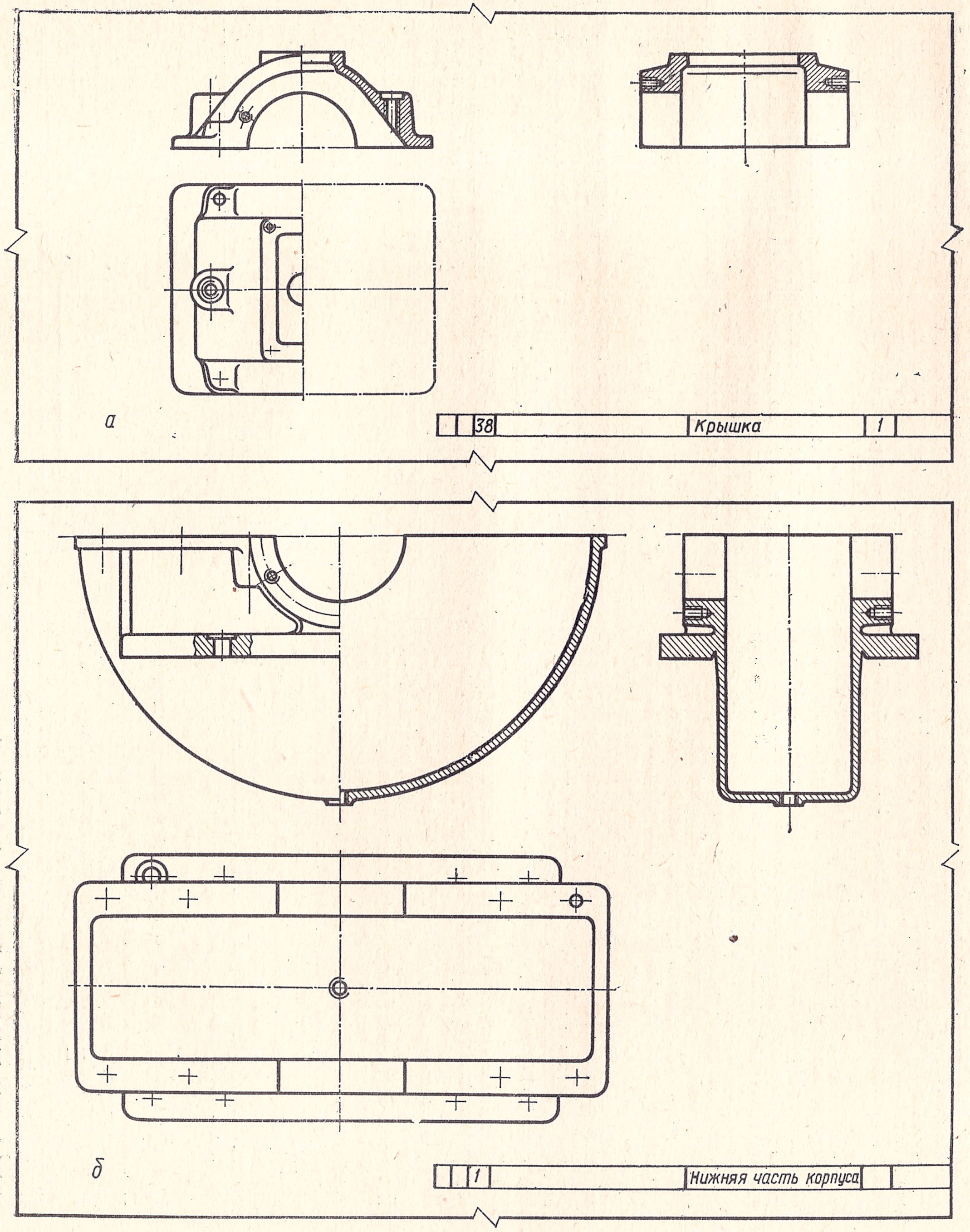


Рис. 431 а, б.

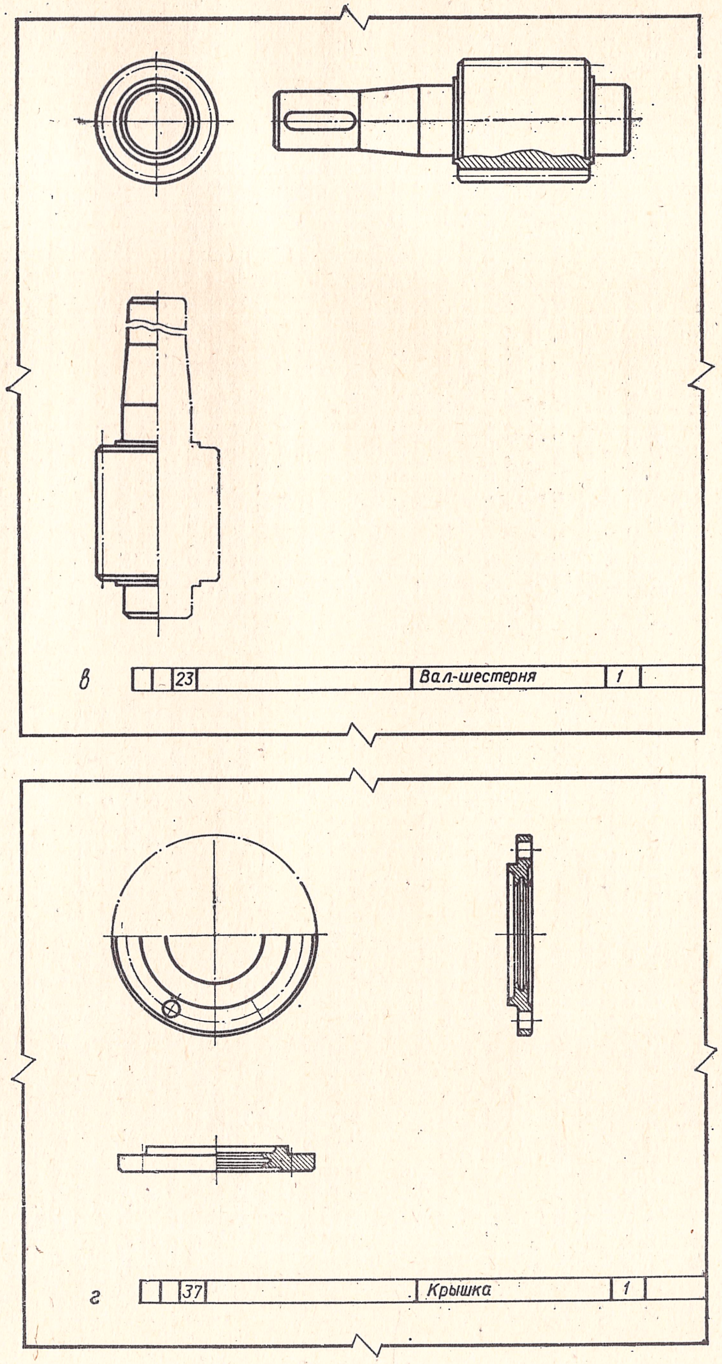


Рис. 431 в, г.

Вопросы для самопроверки

1. Можно ли на виде спереди ограничиться соединением половины вида с половиной разреза?
2. Для чего сделаны выточки в отверстиях крышек *5* и *2*, через которые проходят валы шестерен?
3. Определить детали, которые движутся при работе редуктора.
4. Каково назначение детали *17*?
5. Сколько деталей было бы видно, если бы пластина *9* на виде сверху была удалена? Назовите эти детали.
6. Достаточно ли снять крышку *8*, чтобы вынуть из корпуса деталь *4*? Необходимо ли для этого снимать и крышку *2*?

Клапан предохранительный (рис. 429). Рекомендуется выполнить эскизы деталей *1, 2, 8, 10, 16, 18*, которые изображены в отдельности на рис. 429а, 429б, 429в, 429г, 429д, 429е.

Описание конструкции. Предохранительный клапан состоит из следующих основных деталей и узлов: корпуса *1*, крышки *8*, запорного механизма, силового механизма и сальникового устройства.

Корпус литой имеет вертикальный и горизонтальный патрубки, заканчивающиеся фланцами для крепления к трубопроводам. В верхней части корпуса имеется фланец с отверстиями для прикрепления крышки *8* с помощью четырех болтов *20* и гаек *19*. Между крышкой и корпусом расположена асбестовая прокладка *6*.

В крышке имеется отверстие для прохода шпинделя *5* и резьбовые отверстия для крепления сальника *10* и стоек *12, 16*, а также углубления для сальниковой набивки *7*.

Запорный механизм состоит из клапана *2*, шплинта *4* и шпинделя *5*.

Уплотнение между шпинделем *5* и отверстием в крышке, через которое проходит шпиндель, осуществляется с набивкой *7*, поджимаемой сальником *10* с помощью шпилек *9* и гаек *11*.

Силовой механизм состоит из упорной стойки *12*, направляющей стойки *16*, серьги *14*, коромысла *13* и противовеса *18*. Один конец коромысла с помощью пальцев *15* шарнирно соединен со стойкой *12* и серьгой *14*. Последняя опирается на шпиндель *5* и через него на клапан *2*. На другой конец коромысла одевают противовес, который имеет для этого сквозное прямоугольное отверстие. Противовес фиксируется на коромысле с помощью винта *17*.

Опорная поверхность клапана *2* прижимается к соответственно обработанной рабочей поверхности гнезда клапана *3*. Усилие, с которым клапан прижимается к гнезду, зависит от положения противовеса на коромысле. Если давление под клапаном создает усилие на клапан большее, чем передается на него противовесом, то клапан откроется и будет выпускать излишний пар (газ) до тех пор, пока давление в сосуде не придет в норму. После этого клапан вновь закроется.

Указание к чтению чертежа. При изучении корпуса *1* обратите внимание на линии, которые закрыты деталями *2, 3*, и *8*.

Выполняя чертеж клапана *2*, не упустите из виду ребер (перьев), имеющиеся в его нижней части (см. разрез *А—А*). В разрезе на виде спереди и виде слева одна из контурных линий клапана закрыта шпинделем *5*. Изучая контуры крышки *8*, обратите внимание в виде сверху и разрезе *Е—Е* на резьбовые отверстия под стойки и шпильки.

Выполняя чертеж сальника, необходимо помнить о контурных линиях, которые закрыты во фронтальном и профильном разрезах шпинделем, а на виде слева — корпусом. Изучая форму противовеса, нужно найти все изображения этой детали.

Вопросы для самопроверки

1. Сколько всего изображений клапана, его деталей и узлов помещено на сборочном чертеже?
2. Почему на главном виде сделан полный разрез, а на виде слева — соединение вида с разрезом?
3. Какое количество сквозных отверстий имеет крышка?
4. На каких изображениях может быть показан клапан?
5. Из какого материала выполнен противовес?
6. Какие детали приходят в движение при открывании клапанов?
7. Какими деталями удерживаются пальцы *15* от выпадания из отверстий в коромысле, стойке и серьге?
8. Какая деталь ограничивает максимальный подъем коромысла с противовесом?

Шатун (рис. 430). Рекомендуется выполнить эскизы деталей *1, 4, 6, 12, 13*, шаблоны которых помещены на рис. 430а, 430б, 430в, 430г, 430д.

Описание конструкции. Шатун состоит из верхней головки, стержня и сборной нижней головки. Верхняя головка выполнена как одно целое со стержнем. В ней имеются вкладыши *12* и *13*, изготовленные из антифрикционной бронзы. В стержне шатуна предусмотрено сверление для подвода смазки к головному подшипнику. Нижняя головка по условиям монтажа разъемная.

Между подошвой стержня и сборной нижней головкой помещены толстые *8* и тонкие *9* прокладки шатуна для регулирования объема камеры сжатия. Между половинами *4* и *6* нижней головки помещены прокладки *5*, служащие для регулирования зазора корбовой шейки.

Крышка *4* нижней головки и головка шатуна *6* скреплены со стержнем шатуна двумя шатунными болтами *2*, застопоренными штифтом *7*. Гайки *3* на винтах *10* стопорятся контргайками *11*.

Для смазки поршневого пальца и шейки коленчатого вала применяются капельные масленки (лубрикаторы), соединенные с отверстием (см. сечение *Г—Г*) трубками, по которым подается масло на смазываемые поверхности. Для лучшей смазки пальца и шейки коленчатого вала на поверхности вкладышей сделаны специальные выточки. Вид по стрелке *А* показывает расположение болтов с гайками *2, 3* и *10, 11*. Разрез *Б—Б* показывает форму прокладок *5* и нижней головки *6* шатуна. Вид по стрелке *В* поясняет фигуру головки *6* шатуна и расположение штифтов *7*. Аксонометрическая проекция поясняет расположение и взаимодействие отдельных деталей.

Указания к чтению чертежа. Выполняя эскиз шатуна, необходимо учесть, что на виде спереди часть контура отверстия для вкладышей закрыта буртиком вкладыша *12*, на виде слева вкладыши *12* и *13* закрывают контуры шатуна, а на виде по стрелке необходимо показать контуры хвостовика шатуна, входящего в крышку *4*. Изучая контуры нижнего вкладыша *12* на виде спереди, нужно учитывать, что за плоскостью разреза находится второй буртик вкладыша.

Вопросы для самопроверки

1. Какое количество изображений показано на чертеже?
2. Какую функцию выполняет штифт *7*?
3. От положения каких деталей зависит возможность снятия вкладышей *12* и *13*?
4. На скольких изображениях полностью или частично виден шатун?
5. Почему на изображениях шатуна выполнены местные разрезы, а не соединения половины внешнего вида и разреза (вид спереди) или полный разрез (вид слева)?

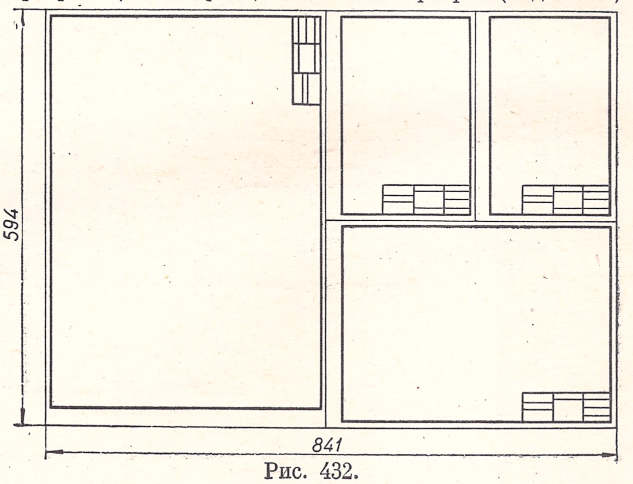
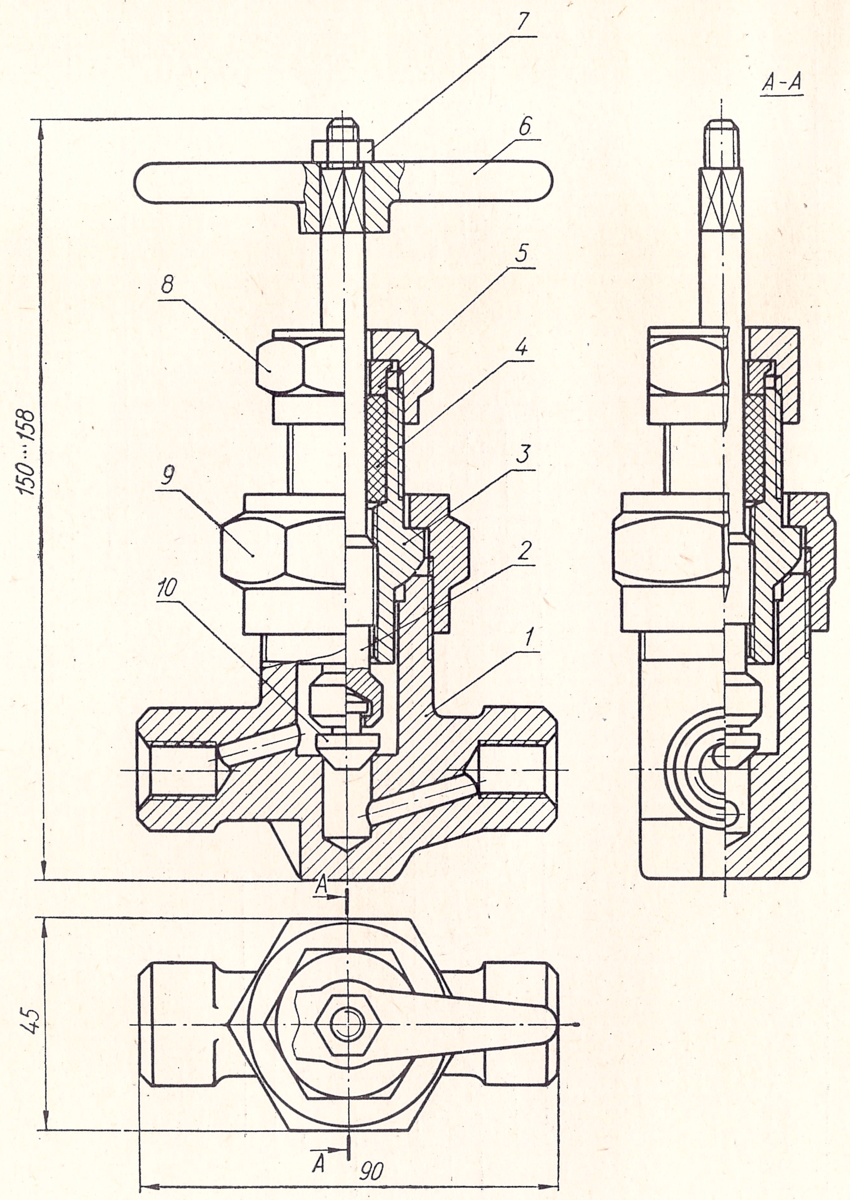


Рис. 432.



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	К-во	Приме-чание
				Документация		
24				Сборочный чертеж		
				Детали		
12		1		Корпус	1	
12		2		Стержень	1	
11		3		Крышка	1	
		4		Уплотнение сальниковое	1	
11		5		Втулка	1	
11		6		Рукоятка	1	
11		8		Гайка накидная	1	
11		9		Гайка накидная	1	
11		10		Золотник	1	
				Стандартные детали		
		7		Гайка М6 ГОСТ 5915-62	1	

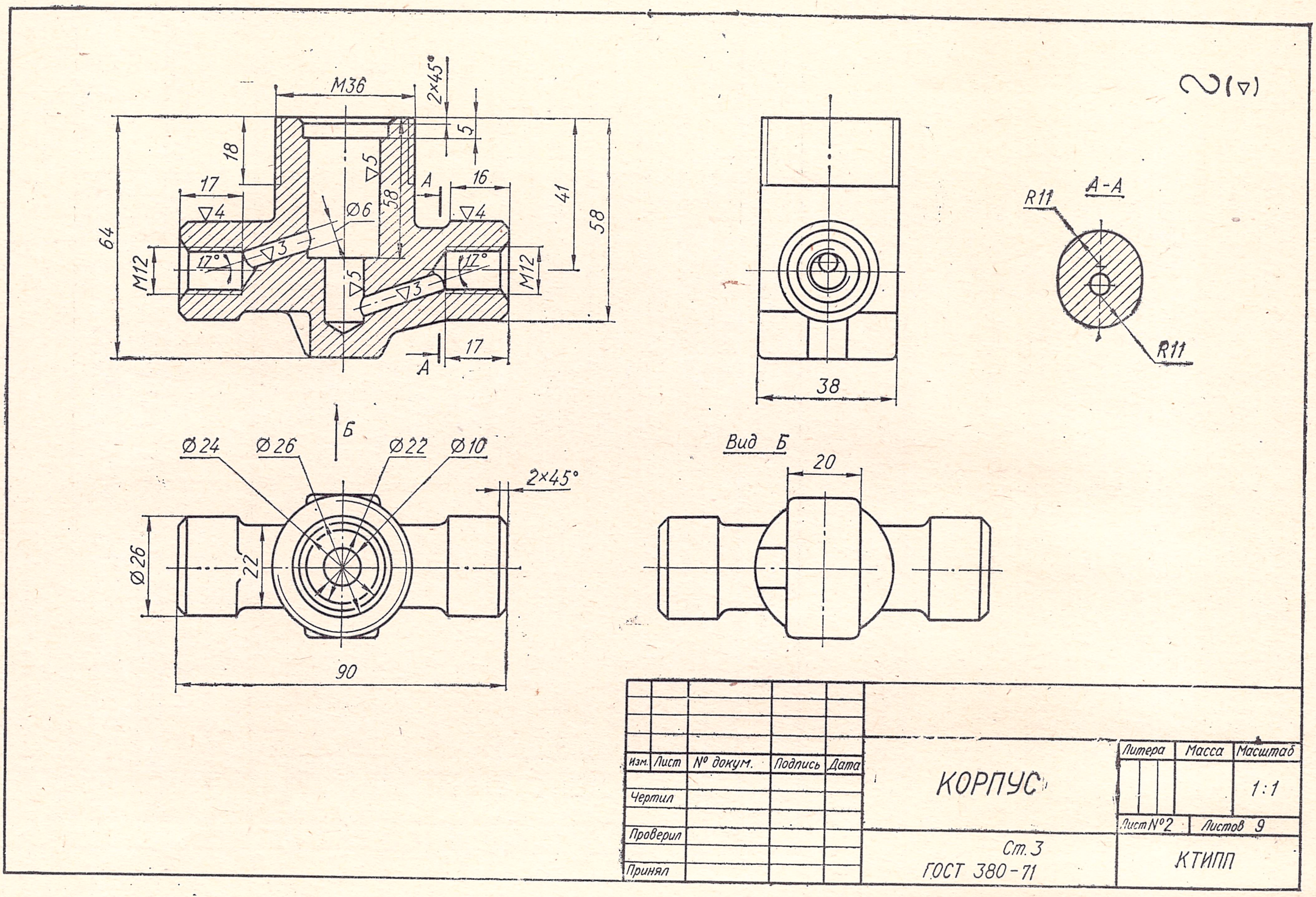
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Чертил				
Проверил				
Принял				

КРАН ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Литера	Масса	Масштаб
		1:1
Лист № 1	Листов 9	

КТИПП

Рис. 433.


M36
2×45°
5
18
17
∇4
∇5
A
16
Ø6
58
41
58
64
M12
17°
∇3
∇5
∇3
17°
∇4
M12
A
17
38
R11
A-A
R11
Б
Ø24
Ø26
Ø22
Ø10
2×45°
Ø26
22
90
Вид Б
20
Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата
Чертил
Проверил
Принял
КОРПУС
Литера
Масса
Масштаб
1:1
Лист №2
Листов 9
Ст.3
ГОСТ 380-71
КТИПП

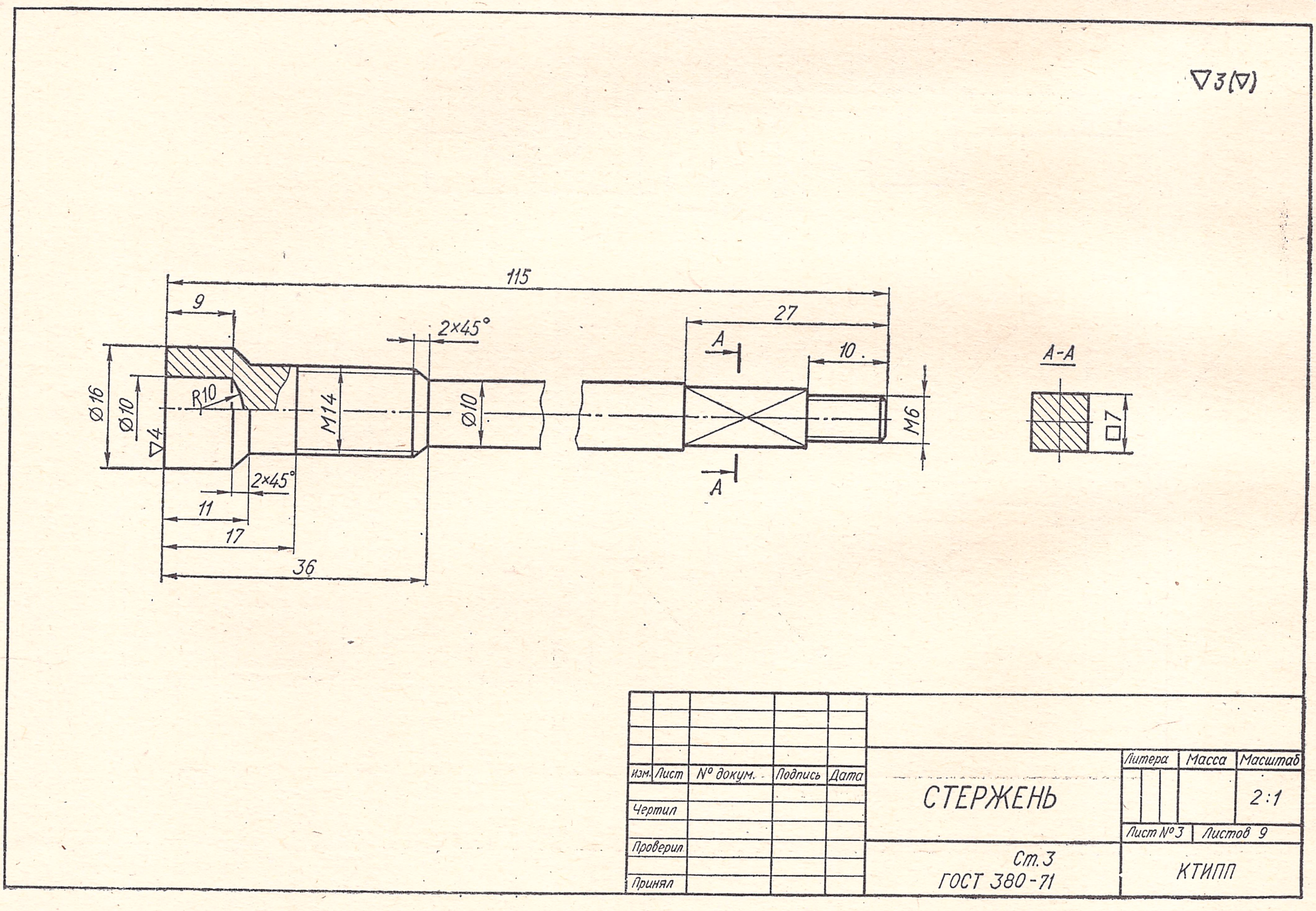
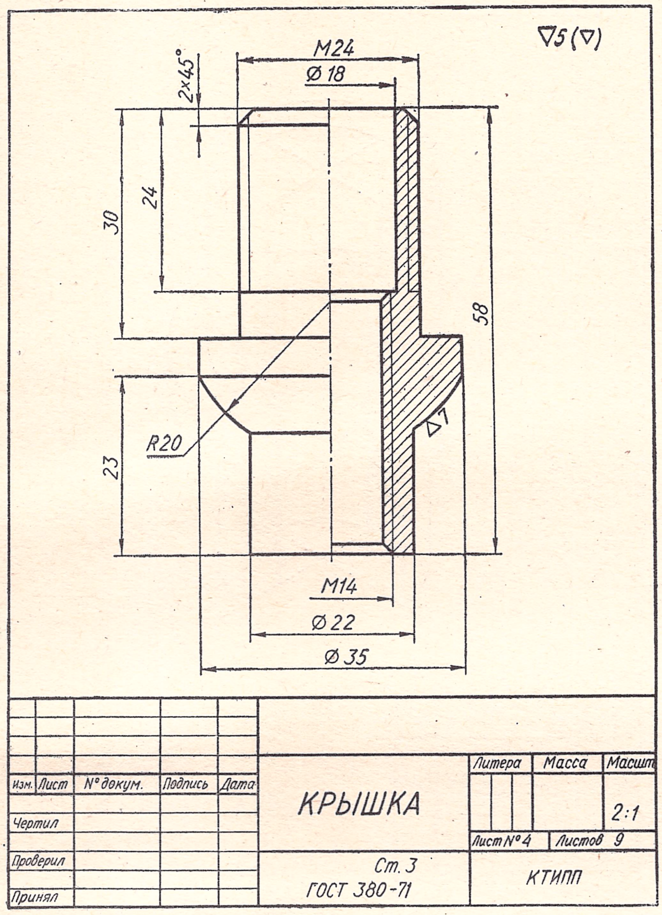
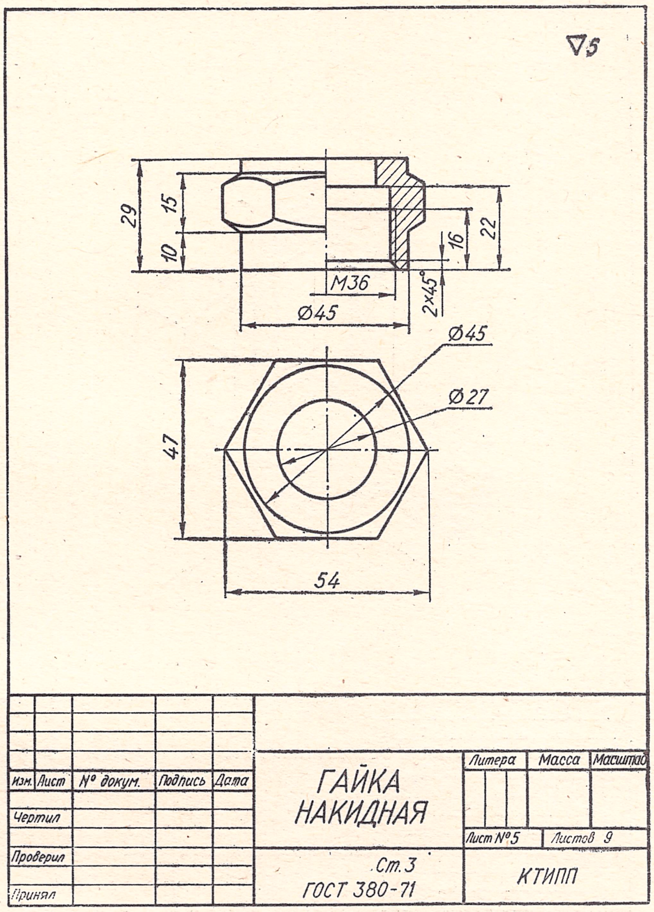
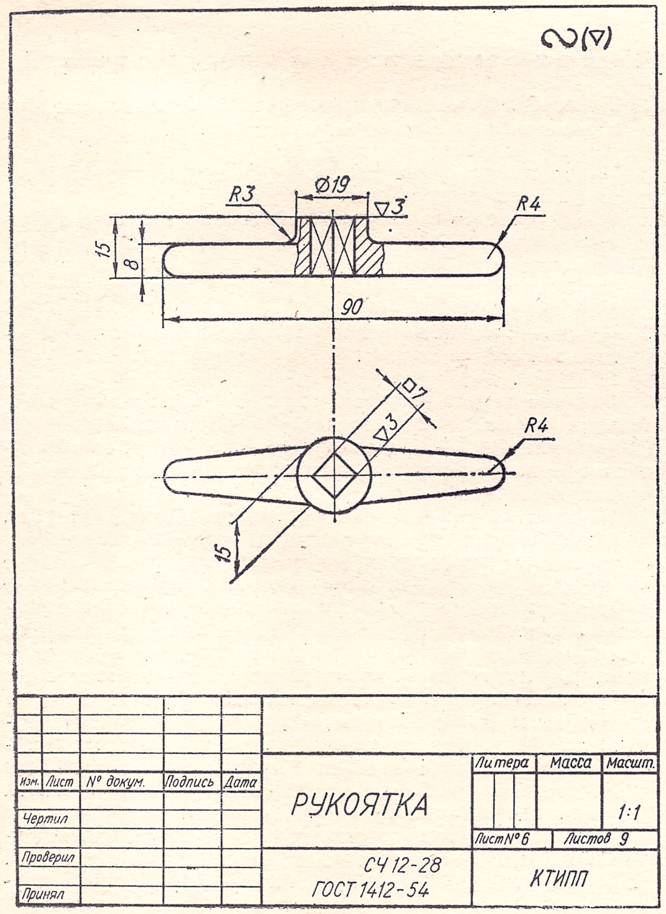

∇3(∇)
115
9
27
2×45°
A
10
A-A
Ø16
Ø10
∇4
R10
M14
Ø10
M6
□7
A
2×45°
11
17
36
Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата
Чертил
Проверил
Принял
СТЕРЖЕНЬ
Литера
Масса
Масштаб
2:1
Лист №3
Листов 9
Ст.3
ГОСТ 380-71
КТИПП

Рис. 433 а,б.


∇5 (∇)
M24
Ø 18
2×45°
30
24
58
R20
∇7
23
M14
Ø 22
Ø 35
Изм. Лист № докум. Подпись Дата
Чертил
Проверил
Принял
КРЫШКА
Литера Масса Масштаб
2:1
Лист № 4 Листов 9
Ст. 3
ГОСТ 380-71
КТИПП


∇5
29
15
10
16
22
M36
2×45°
Ø45
Ø45
Ø27
47
54
Изм. Лист № докум. Подпись Дата
Чертил
Проверил
Принял
ГАЙКА НАКИДНАЯ
Литера Масса Масштаб
Лист № 5 Листов 9
Ст. 3
ГОСТ 380-71
КТИПП


∾(∇)
R3
Ø19
∇3
R4
15
8
90
□7
∇3
R4
15
Изм. Лист № докум. Подпись Дата
Чертил
Проверил
Принял
РУКОЯТКА
Литера Масса Масштаб
1:1
Лист № 6 Листов 9
СЧ 12-28
ГОСТ 1412-54
КТИПП

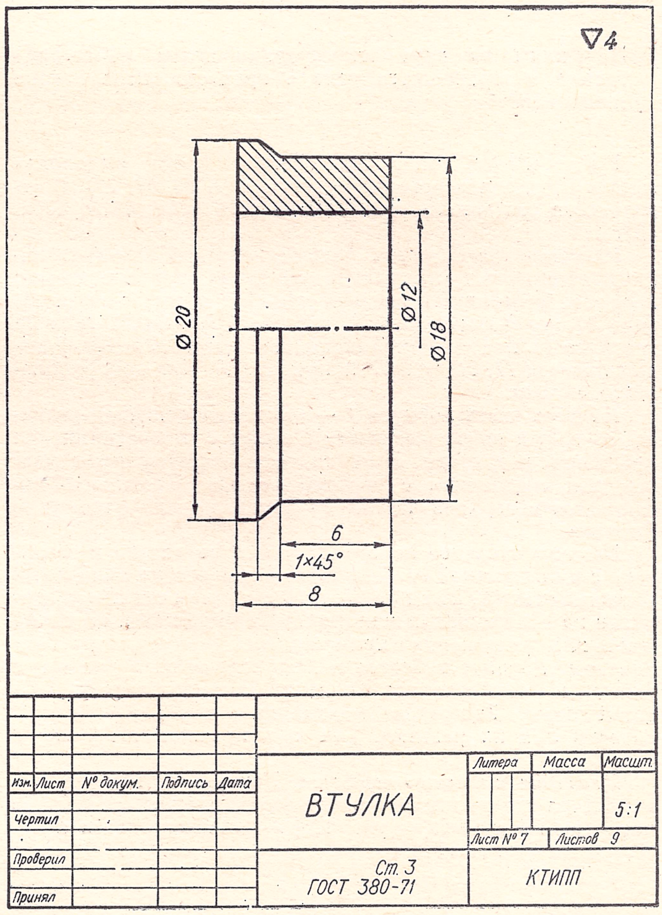
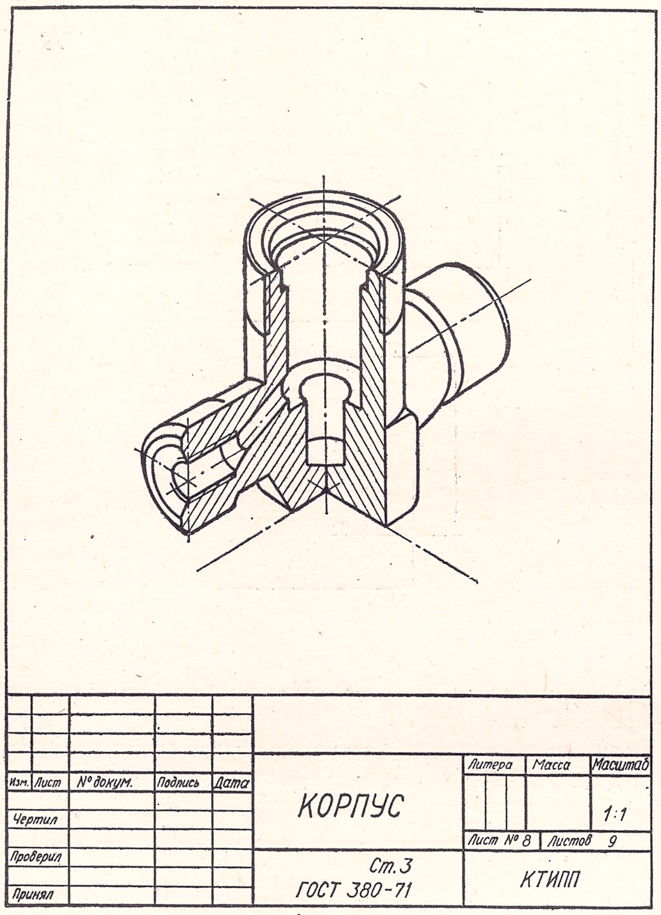

∇4
Ø 20
Ø 12
Ø 18
6
1×45°
8
Изм. Лист № докум. Подпись Дата
Чертил
Проверил
Принял
ВТУЛКА
Литера Масса Масштаб
5:1
Лист № 7 Листов 9
Ст. 3
ГОСТ 380-71
КТИПП

Рис. 433 в,г,д,е.



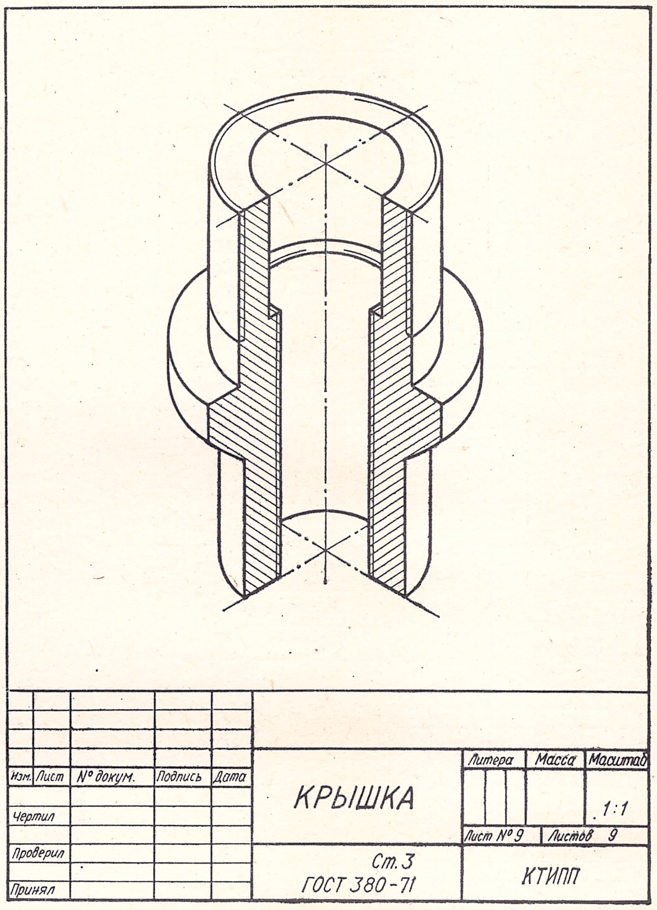


Рис. 433 ж, з.

6. Подвижны ли друг относительно друга какие-либо детали изображенного узла в процессе эксплуатации двигателя?

Редуктор (рис. 431). Рекомендуется выполнять эскизы следующих деталей редуктора: *1, 23, 37, 38*. В отдельности эти детали показаны на рис. 431а, 431б, 431в, 431г.

Описание конструкции. Одноступенчатый зубчатый цилиндрический редуктор состоит из таких основных частей: корпуса, состоящего из двух частей *1* и *25*, крышки *38*, вала *23* с зубчатым колесом, зубчатого колеса *31*, вала *29* ведомого колеса, роликовых подшипников *20* и *26*, боковых крышек *11, 24, 27* и *37* и крышек *17, 22*, прикрепляемых винтами.

Нижняя часть корпуса *1* — это полая чугунная отливка, имеющая ребра жесткости и плиту с отверстиями для крепления редуктора. Нижняя часть корпуса имеет фланец для соединения с верхней частью. Крышка *38* соединяется с верхней частью *25* корпуса также с помощью фланцев.

Ведомое зубчатое колесо *31* одето на вал *29* и соединено с ним шпонкой *34*. Вал *29* смонтирован на роликовых подшипниках *26*. Вал *23* с зубчатым колесом также смонтирован на роликовых подшипниках. Крышки *24* и *37* имеют войлочные уплотнения и прикреплены к корпусу и к крышке винтами. Ведомое зубчатое колесо окунается в масляную ванну и осуществляет смазку цилиндрической зубчатой пары. Роликовые подшипники смазывают периодически при их ревизии, для чего крышки *11, 24, 27, 37* снимаются.

Указания к чтению чертежа. Изучать чертеж данного редуктора следует только после ознакомления с чертежом конического редуктора (рис. 428) и объяснениями к нему.

Вопросы для самопроверки

1. Почему на виде спереди разрез не обозначен, а на виде слева и сверху обозначен?
2. Каково назначение детали *14?*
3. Каким количеством болтов с гайками соединены нижняя и верхняя половины корпуса?
4. Каким количеством шпонок соединены вал *29* с зубчатым колесом *31?*
5. Каково назначение пробки *33?*
6. Какое количество деталей приходит в движение при работе редуктора?
7. Нужно ли снимать крышку *38*, чтобы вынуть из редуктора вал *23?*

Задания по деталировке сборочного чертежа. Самостоятельная работа по этому разделу курса представляет собой выполнение 5—8 рабочих чертежей деталей со сборочного чертежа и двух изображений деталей в аксонометрических проекциях.

Количество деталей и их сложность зависят от того, по какой специальности обучается студент. Студентам, обучающимся заочно, следует иметь в виду, что в отличие от заданий по предыдущим разделам курса, которые выбирались по специальным таблицам или самостоятельно (эскизирование, сборочный чертеж), задание по деталированию каждый студент получает от преподавателя, рецензирующего контрольные работы, после того, как зачтена предыдущая контрольная работа. Задание представляет собой сборочный чертеж, на котором отмечены номера деталей, подлежащих деталированию и предназначенных для выполнения по ним аксонометрических изображений. Аксонометрические изображения деталей выполняются эскизно, т. е. от руки на глаз.

На рецензию высылаются только чертежи, выполненные по сборочному чертежу индивидуального задания. Чертежи, выполненные в процессе предварительного обу-

чения чтению чертежа, т. е. по сборочным чертежам и чертежам деталей, приведенным на рис. 424—431, на рецензию не высылаются.

После предварительного изучения сборочного чертежа необходимо для чертежа каждой детали установить главный вид, число изображений и предварительно наметить масштаб. Выбрав в связи с этим формат для каждого чертежа, следует основной лист формата 24 (или 22 при обучении по заочной системе) разделить на необходимые форматы (22, 12 или 11).

По возможности, каждый чертеж следует выполнять в масштабе 1 : 1; только для очень крупных и простых по форме деталей можно применять масштабы уменьшения, а для мелких и сложных — масштабы увеличения.

Перед выполнением чертежа следует предварительно разметить на нем место для каждого изображения в выбранном масштабе. При этом необходимо предусмотреть место для всех надписей. Только после того, как будет установлено, что на всех намеченных форматах можно разместить все нужные изображения в необходимых масштабах, следует приступать к вычерчиванию задания. Если же обнаружится, что чертеж какой-либо детали не помещается на выбранном формате, необходимо попытаться перепланировать лист либо ввести отдельный дополнительный формат.

Планируя лист, надо делить его только на стандартные форматы. Расположение основной надписи в каждом формате должно совпадать с основным направлением листа или быть повернуто к основному направлению на 90° (рис. 432). Каждый отдельный чертеж на листе совершенно независим. Важно лишь, чтобы в каждом формате все размеры, знаки шероховатости поверхности и надписи были правильно ориентированы относительно положения основной надписи в этом формате. При простановке размеров следует учитывать независимость форматов. В каждом формате должны быть поставлены все необходимые размеры независимо от того, есть ли такие же размеры на чертежах сопряженных деталей или нет.

Весь чертеж необходимо сначала выполнить твердым карандашом (2Т или 3Т) и лишь после тщательной проверки и согласования со сборочным чертежом и отдельных чертежей между собой обвести карандашом ТМ.

Пример выполнения задания по деталировке сборочного чертежа приведен на рис. 433—433з.

Строительное черчение, хотя и имеет много общего с машиностроительным, является отдельным и специфическим разделом технического черчения, знание которого необходимо инженеру любой специальности. Наша страна является гигантской строительной площадкой. Применение новых строительных материалов, новых конструктивных решений и способов производства способствует резкому увеличению объема проектных работ. Но не зная строительного черчения, не умея читать строительные чертежи, невозможно спроектировать и построить промышленное и гражданское здание или сооружение.

В настоящем разделе ставится цель ознакомить студентов, прежде всего нестроительных специальностей, с условностями, особенностями строительного черчения, с чертежами промышленных и гражданских зданий, отдельными конструктивными узлами, а также со специальными строительными чертежами.

7

СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Раздел XIII. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНОМ ЧЕРЧЕНИИ

§ 57. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Различные здания и сооружения создаются по проектам. В проектах основными документами являются чертежи. Все строительные чертежи на стадии проектирования можно разделить на следующие:

1. Архитектурно-строительные (архитектурные), содержащие сведения о здании или сооружении в целом, о структуре ограждающих конструкций. В них входят планы всех этажей, разрезы, фасады, конструктивные детали, генеральные планы и т. п.

Архитектурные чертежи содержат исходные данные для составления других видов строительных чертежей.

2. Инженерно-конструктивные, содержащие основные сведения о принятых конструктивных решениях. На основании этих чертежей разрабатываются конструкции стен, перекрытий, покрытий и т. п. В зависимости от применяемых материалов инженерно-конструктивные чертежи предназначаются для различных конструкций: бетонных и железобетонных, металлических, деревянных и каменных.

3. Специальные — чертежи отопления и вентиляции, водоснабжения и канализации и т. д.

Проектирование промышленных и жилых зданий в настоящее время проходит две стадии: 1) составление проектного задания; 2) выполнение рабочих чертежей.

Цель проектного задания — установить основное архитектурное решение здания без детальной проработки конструкций, выбрать площадку для строительства, материалы и конструкции, определить сроки и стоимость строительства. Проектное задание утверждают с целью дальнейшей разработки его.

На основании утвержденного проектного задания составляют рабочие чертежи, по которым изготовляются отдельные конструктивные элементы и изделия и ведется строительство зданий и сооружений. В состав рабочих чертежей входят: планы, разрезы, фасады, планы фундаментов, балок и стропил, чертежи деталей и конструктивных узлов, генеральный план участка и пояснительная записка.

Проекты промышленных и гражданских зданий подразделяются на части. Рабочие чертежи каждой части имеют постоянные буквенные обозначения — марки. Например, чертежам архитектурно-строительной части присваивается марка АС, санитарно-технической части — СТ. Более подробно эта часть подразделяется на чертежи отопления и вентиляции — ОВ, водоснабжения и канализации — ВК, газоснабжения — ГС. Маркой Д обозначаются чертежи деталей, а маркой ТД — типовых деталей.

В СССР широкое распространение получил прогрессивный метод строительства по типовым проектам, дающий значительную экономию и способствующий индустриализации строительства. Разработаны типовые проекты различных видов промышленных, общественных и жилых зданий.

При выполнении строительных чертежей следует руководствоваться общими положениями сборника ГОСТов ЕСКД, а также ГОСТ

11628—65, 11633—65, 11691—66, 11692—66, ведомственными инструкциями и нормалями, в частности нормалями чертежей института «Промстройпроект» и других главных проектных институтов.

§ 58. ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ЧЕРЧЕНИЯ

Основной вид строительных чертежей — это чертеж здания или сооружения. Он включает в себя комплекс видов и разрезов, дающих полное представление о проектируемом здании или сооружении. Чертеж здания в строительстве можно сравнить со сборочным чертежом в машиностроении.

Виды, разрезы и сечения на строительных чертежах размещают в соответствии с ГОСТ 2.305—68.

В строительных чертежах фасад или разрез может выполняться в масштабе, отличном от масштаба других видов, что не позволяет выдержать проекционную связь видов друг с другом. В тех случаях, когда масштаб для разных видов остается общим, сохранение проекционной связи между отдельными проекциями обязательно.

Фасады и планы зданий не содержат указаний на конструкцию отдельных узлов. Поэтому на строительных чертежах должен быть разрез здания, который давал бы сведения, опущенные на фасаде и плане.

Разрезы служат для выявления конструкций частей зданий, их линейных размеров, соотношения между отдельными частями здания и т. п. Как и в машиностроительном черчении, в зависимости от положения секущих плоскостей, различаются разрезы фронтальные, профильные и горизонтальные (планы). В зависимости от количества секущих плоскостей разрезы бывают простые — при одной секущей плоскости (рис. 434, *а*) и ступенчатые — при нескольких параллельных секущих плоскостях (рис. 434, *б*). Направление взгляда рекомендуется принимать снизу вверх и слева направо.

Разрезы бывают архитектурные (контурные) и конструктивные. Конструкции, относящиеся к устройству стен, пола, потолка, крыши и т. п., на контурных разрезах, выполняемых обычно в масштабе 1 : 200 и 1 : 100, не показываются. На таких разрезах-схемах попавшие в разрез элементы обводят более толстой линией (в два раза толще контурной линии).

Конструктивные разрезы делаются подробнее и выполняются в более крупном масштабе, обычно 1 : 50. По таким разрезам можно установить тип фундамента здания, материал стен, устройство пола, потолка и крыши. Конструктивные разрезы, как правило, сопровождаются большим количеством пояснительных надписей.

Выбирая положение секущей плоскости, стремятся получить наиболее содержательный разрез. Например, при построении разрезов многоэтажных зданий секущую плоскость необходимо проводить так, чтобы она рассекала лестничную клетку по одному из маршей. Для несложных зданий разрез делается так, чтобы он прошел через наружную дверь фасада, через дверь внутренней стены и через окно заднего фасада. Не на любом чертеже здания можно показать все необходимые элементы при помощи разреза одной секущей плоскостью, поэтому часто прибегают к одно- и двуступенчатым разрезам. Для изображения более сложных зданий выполняется два или несколько поперечных и продольных разрезов.

Для определения того, сколько стропильных ферм установлено над зданием, сколько предполагается потолочных и половых балок, каковы фундаменты, дополнительно выполняют планы фундаментов (рис. 435), планы балок, стропил и крыши.

Для придания чертежам большей наглядности в отдельных случаях в учебных проектах вы-

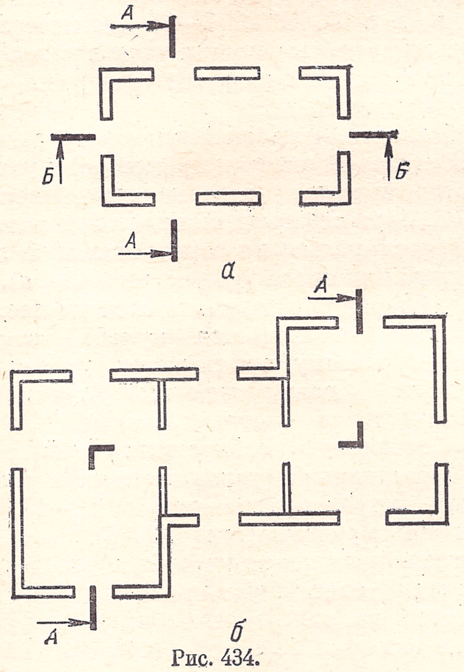


Рис. 434.

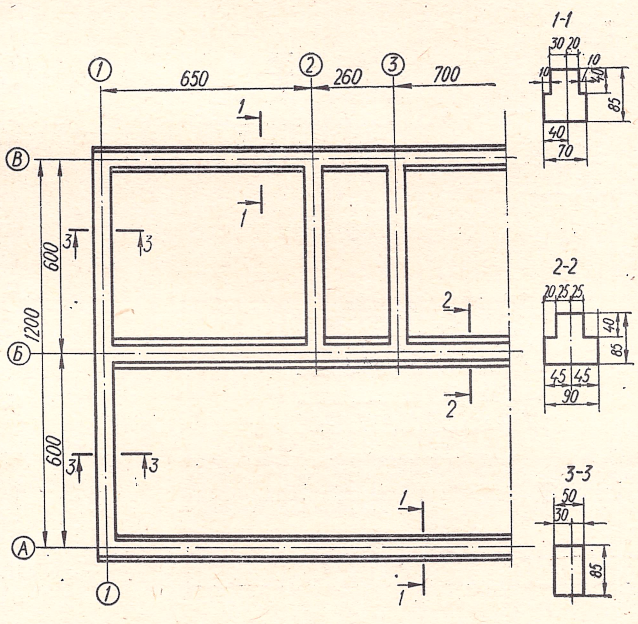
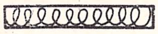
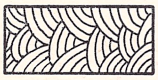
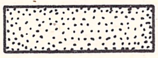
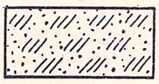
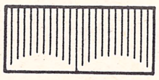
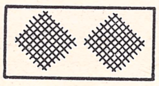
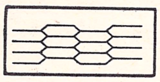
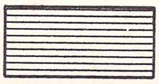


Рис. 435.

Таблица 79

Материал	Обозначение
	На разрезах
Волокнистые немонолитные материалы (вата, стекловата, войлок, мипора и др.)	
Глина (как конструктивный материал)	
Песок, асбестоцемент, гипсовые изделия, замазка, штукатурка, раствор, абразив и др.	
Засыпка из какого-либо материала	
	На видах
Металлы	
Сталь рифленая	
Сталь просечная	
Кладка из кирпича строительного и специального, клинкера, керамики, терракоты, искусственного и натурального камня какой-либо формы и т. д.	
Стекло	

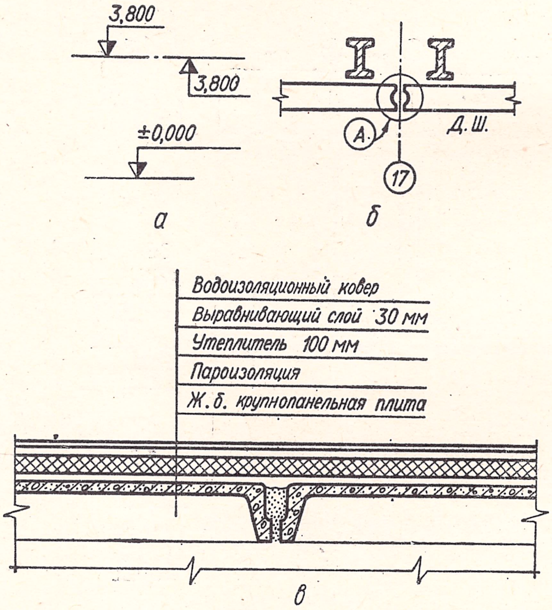


Рис. 436

полняют иллюминовку, т. е. раскраску чертежей акварельными красками. Существует правило — иллюминовать элементы, которые попадают в сечение. Акварельными красками иллюминуются также разрезы, планы и генеральные планы. Что касается фасада, то он чаще отмывается, т. е. многослойно покрывается разведенной тушью.

В отличие от машиностроительного, строительный чертеж выполняют более тонкими линиями. Толщина линий обводки зависит от вида чертежа, масштаба изображения, материала конструкций, специальных архитектурных требований. Фасад, например, выполняют с помощью четырех типов линий. Наиболее толстой линией $s = 0{,}6 - 1{,}2$ *мм* показывают границу земли и разрезанные элементы (контуры сечений) на планах и разрезах. Преобладающей линией фасада является линия толщиной $s/2 - s/3$, более тонкой линией $s/3 - s/4$ изображают заполнения оконных и дверных проемов и мелкие детали, совсем тонкой $s/4 - s/5$ — выносные и размерные линии.

Размерные линии, разрывы в которых не допускаются, заканчиваются стрелками, засечками (черточками с углом наклона 45°) или точками.

Если в машиностроении большинство объектов выполняется из металла, то в строительстве объекты, как правило, состоят из частей, выполненных из различных материалов, как естественных, так и искусственных. В табл. 79 в дополнение к уже известным показаны условные обозначения некоторых строительных материалов по ГОСТ 11633—65. В фасадах условные изображения строительных материалов показывают не сплошь, а отдельными участками у контура.

В чертежах, где невозможно выполнить условные графические обозначения материалов по ГОСТу, они заменяются обычной штриховкой или сплошной заливкой тушью.

Размеры на строительных чертежах наносят в миллиметрах, руководствуясь требованиями, изложенными в ГОСТ 2307—68. Исключение составляют генеральные планы участков и отметки уровней на фасадах и разрезах. Эти размеры проставляют в метрах.

Для обозначения уровней элементов здания от принятой нулевой отметки применяется условный знак, который носит название отметочного треугольника. Вершина треугольника обращена вверх или вниз и опирается на горизонтальную линию-выноску того или иного уровня (рис. 436, *а*). Плоскость, от которой берут начало отсчеты последующих уровней, обозначается нулевой отметкой. За нулевую отметку принимается уровень пола первого этажа. Уровни выше этой отметки — положительные, ниже — отрицательные.

Для обозначения разбивочных осей деталей зданий и соединений (узлов) применяют маркировочные кружки диаметром 12—16 *мм* с цифрами или буквами (рис. 436, *б*).

К многослойным конструкциям, часто встречающимся в строительных чертежах, выносные надписи делаются на так называемых «этажерках» с указанием толщины слоев (рис. 436, *в*).

Понятие о единой модульной системе (ЕМС)

В основу принятой в строительстве единой модульной системы (ЕМС) положен принцип кратности всех размеров некоторой величине — модулю. Основной модуль принимается равным 100 *мм*.

ЕМС предусматривает следующие производные модули: увеличенные — 6000, 3000, 1500, 1200, 600, 300 и 200 *мм*, которые обозначаются соответственно 60М, 30М, 15М, 12М, 6М, 3М и 2М и применяются для объемно-планировочных решений зданий. Дробные модули ($^1/_2$М, $^1/_5$М, $^1/_{10}$М и др.) применяют в сечениях конструктивных элементов (колонн, балок, плит и т. п.).

В ЕМС различают три категории размеров конструктивных элементов, строительных изделий и оборудования: *номинальные, конструктивные* и *натурные* (рис. 437).

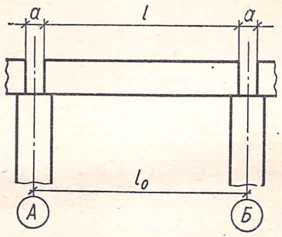


Рис. 437.

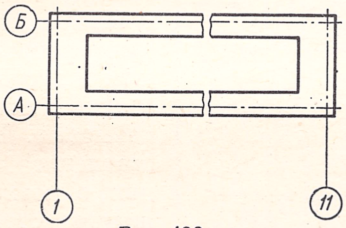


Рис. 438.

Номинальные — это условные размеры конструктивного элемента, включающие соответствующие части швов и зазоров, а также проектные расстояния между разбивочными осями здания.

Конструктивные — это проектные размеры конструктивных элементов строительных изделий и оборудования при нулевых допусках. Они отличаются от номинальных на величину нормированного зазора a: $l_0 = l + a$.

Натурные — это фактические размеры элементов строительных изделий, а также фактические расстояния между разбивочными осями, отличающиеся от проектных в пределах установленных допусков.

Изображаемые на строительных чертежах объекты представляют собой сложный комплекс объемно-планировочных и конструктивных элементов. Проекты, состоящие из многих чертежей, содержат также большое количество конструктивных элементов и деталей.

Чтобы легче было ориентироваться в строительных чертежах, выработана специальная система обозначения (маркировки) строительных чертежей, конструктивных элементов и деталей и наименований чертежей.

Установлены определенные правила нанесения на чертежи поясняющих надписей, выносок, ссылок на другие чертежи, указания позиций и т. п.

Если на листе приведен только один чертеж, его наименование указывают в основной надписи. При нескольких чертежах на листе наименование каждого пишут над соответствующим чертежом. Отдельным элементам присваивают буквенно-цифровые марки, например, наружные стеновые блоки маркируют НС1, НС2, колонны маркируют К1, К2 и т. д. Конструктивные узлы, изображаемые на планах, разрезах и фасадах зданий, требующие детализации, вычерчивают в более крупном масштабе и также маркируют.

В плане здание расчленяется осевыми линиями на ряд элементов. Оси, определяющие положение основных несущих и ограждающих конструкций, называются разбивочными. Расстояние между разбивочными осями называется шагом. Шаг, в зависимости от направления в плане, может быть продольным или поперечным.

Расстояние между разбивочными осями несущих стен или отдельных опор в направлении большей длины основной несущей конструкции перекрытия или покрытия называется пролетом. Расстояние от уровня пола этажа до пола вышележащего этажа называется высотой этажа.

Разбивочные оси здания наносятся на модульных расстояниях штрих-пунктирными линиями и заканчиваются марками, заключенными в кружки диаметром 7—9 *мм*.

Горизонтальные оси обозначают на чертеже заглавными буквами русского алфавита снизу вверх (за исключением букв *З, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ы, Ъ, Ь*), а вертикальные — арабскими цифрами слева направо (рис. 438).

На планах марки выносятся, как правило, влево и вниз. Если разбивка осей справа и вверху не совпадает с разбивкой слева и внизу, марки разбивочных осей выносятся во все стороны.

В практике строительного проектирования применяются следующие масштабы уменьшения:

для генеральных планов — от 1 : 200 до 1 : 5000;
для поэтажных планов — от 1 : 50 до 1 : 400;
для планов балок, стропил и крыш — от 1 : 100 до 1 : 400;
для разрезов зданий — от 1 : 50 до 1 : 200;
для фасадов зданий — от 1 : 50 до 1 : 400;
для деталей планов, разрезов, фасадов — от 1 : 10 до 1 : 50;
для конструктивных деталей — от 1 : 5 до 1 : 50.

Вопросы для самопроверки

1. Чем отличаются строительные чертежи от машиностроительных по применяемым масштабам? по типам линий? по нанесению размеров?
2. В чем состоит отличие чертежей проектного задания от рабочих?
3. Что такое ЕМС?

§ 59. ПЛАНЫ, ФАСАДЫ, РАЗРЕЗЫ

Чертежи планов, фасадов и разрезов зданий называются основными, по ним осуществляется строительство зданий.

В строительном черчении применяются различные планы: фундаментов, балок, стропил, крыши и др.

Фундамент — это подземная часть здания, являющаяся продолжением стен или отдельных опор и предназначенная для передачи нагрузки на грунт. Для фундаментов используют такие материалы: естественный камень тяжелых пород, обожженный кирпич, бутобетон, бетон, железобетон и др. Фундаменты могут быть ленточными, в виде отдельных опор (столбов), и сплошными (монолитными), в виде бетонной, железобетонной ребристой или безбалочной плиты под всей площадью здания, особый вид фундаментов — свайные.

Плоскость, которой фундамент опирается на грунт, называют подошвой фундамента. Планом фундамента называется разрез здания горизонтальной плоскостью на уровне верхней плоскости фундамента. Масштаб плана фундамента зависит от конструктивных особенностей, размеров и назначения здания и принимается, как правило, от 1 : 50 до 1 : 400. Контур фундаментов обводится толстой линией ($s = 0{,}6 — 0{,}8$ *мм*).

План здания (этажа) изображают в виде разреза, проходящего по оконным и дверным проемам. Положение секущей плоскости при этом не показывают. План здания дает представление о размерах и форме здания, о размерах, форме и расположении отдельных помещений, о расположении капитальных стен, перегородок, лестниц, оконных и дверных проемов. На планах условными обозначениями показывают санитарно-техническое оборудование.

На плане промышленного здания (рис. 439) непрерывными линиями показывают рельсовые пути. Штриховыми линиями обозначают кранбалки, подпольные каналы, подкрановые пути. На этих планах обычно дают соответствующие поясняющие надписи, например, кран-балка, $Q = 5$ *т*, $l = 16{,}5$ *м* и т. д., где Q — грузоподъемность; l — пролет.

За габаритами плана проставляют следующие размеры: расстояние между крайними разбивочными осями, расстояние между разбивочными осями с привязкой крайних осей к наружным граням стен, размеры проемов и простенков и привязка простенков к разбивочным осям, привязка осей железнодорожных путей к разбивочным осям и т. п.

Первая размерная линия проводится на расстоянии 10—15 *мм* от наружного контура плана. Расстояние между следующими размерными линиями 7—10 *мм*.

В габаритах плана изображаются: привязка внутренних стен и перегородок к разбивочным осям (при симметричном расположении разме-

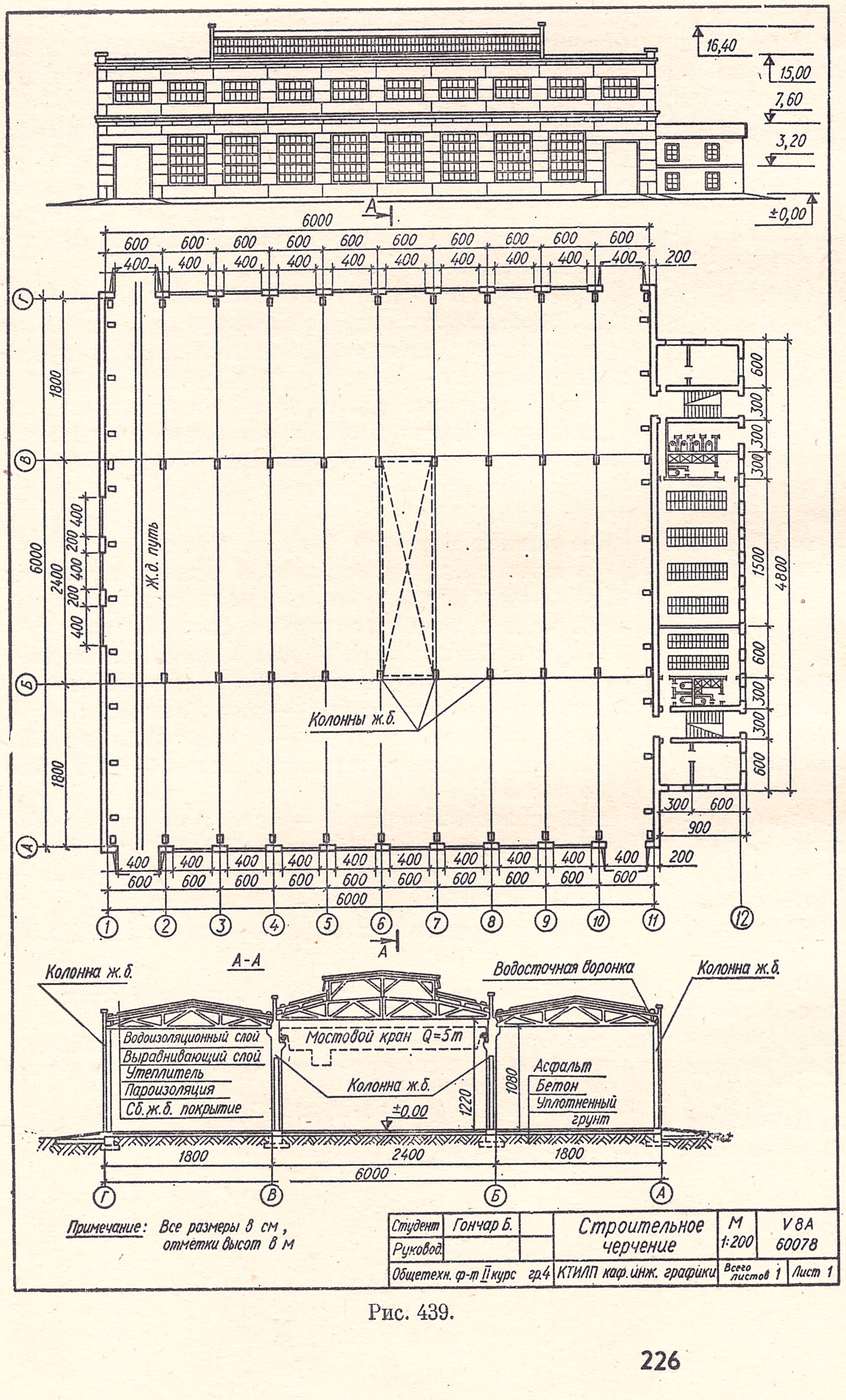


Рис. 439.

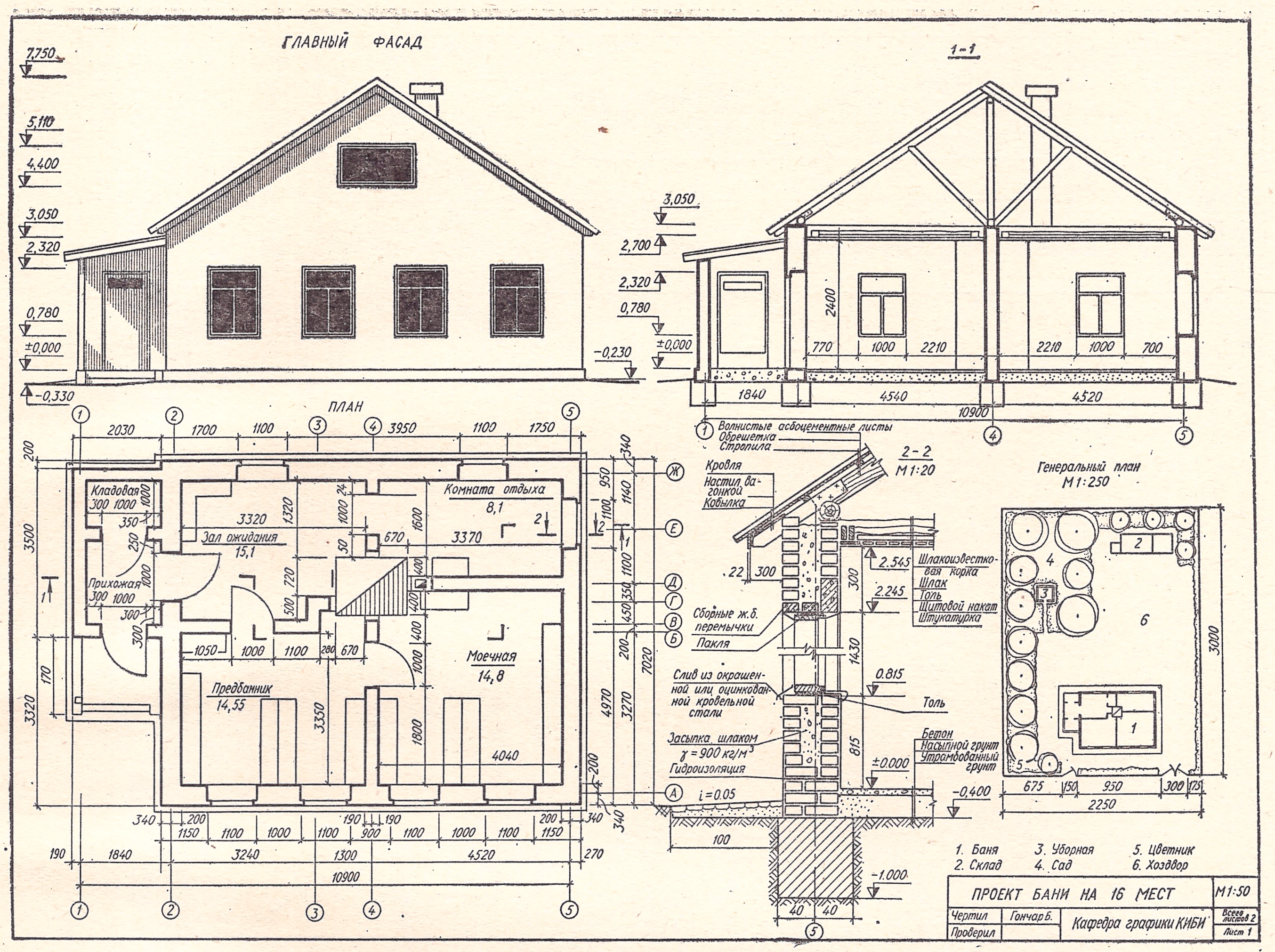


Рис. 440.

ры проставляются только на одной половине), толщины стен и перегородок, размеры проемов во внутренних стенах и перегородках, привязка проемов к контуру стен или перегородок или к разбивочным осям.

Размеры по наружному контуру образуют три размерные линии — цепочки. При ступенчатой форме зданий в плане добавляется четвертая цепочка для обозначения длины и ширины здания.

В гражданских зданиях имеет место почти тот же набор основных чертежей зданий, что и в промышленных.

В стенах и перегородках устраиваются проемы, которые вычерчиваются в соответствии с условными графическими обозначениями, с указанием того, в какую сторону открываются двери (рис. 440).

В верхних и боковых частях оконных и дверных проемов, устраиваемых в кирпичных стенах, обычно делаются выступы в четверть кирпича, называемые четвертями. Четверти показывают, если чертеж выполнен в масштабе 1 : 50, 1 : 100, а если в масштабе 1 : 200 и меньше — их не показывают.

Обычно дают название каждого помещения, его площадь в $м^2$ (заключают в кружок или подчеркивают).

Ф а с а д — это проекция здания на вертикальную плоскость проекций (рис. 439, 440). Обычно в проекте даются фасады всех сторон промышленного здания. Если здание несложной конфигурации, ограничиваются одним — двумя фасадами. В крупноблочных и панельных зданиях на чертежах фасадов показывают разрезку (членение) стен на панели или блоки.

Членение дверей и ворот показывают только на фасадах в масштабе 1 : 100 и крупнее. При более мелких масштабах показывают только лишь контур створок.

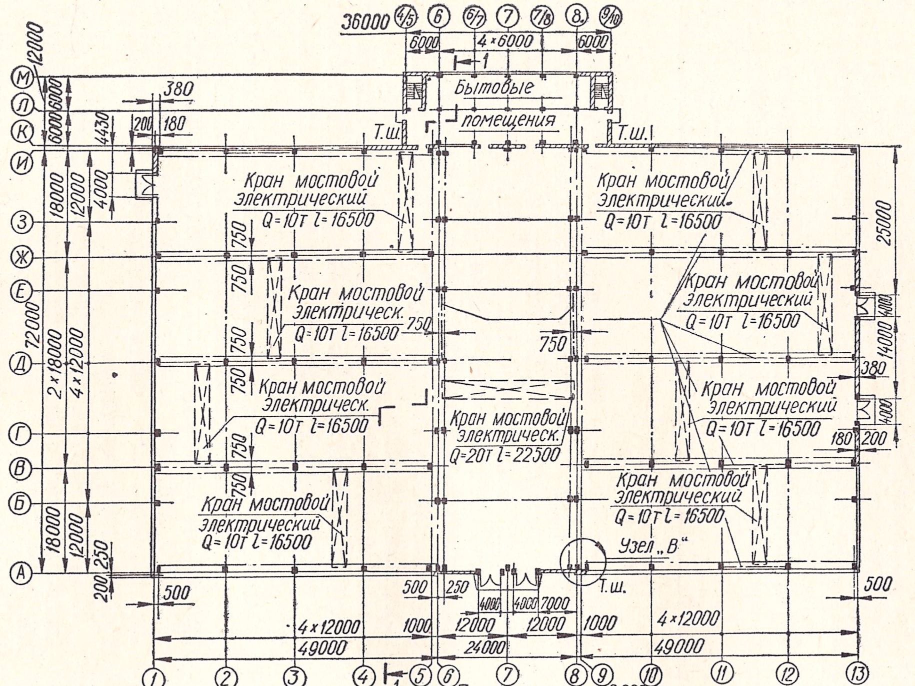
За контур фасадов выносят и надписывают высотные отметки уровня земли, верха стен (под парапетными плитами) и верха венчающего карниза.

Чтобы придать чертежу фасада большую выразительность, его часто отмывают разведенной тушью с показом теней.

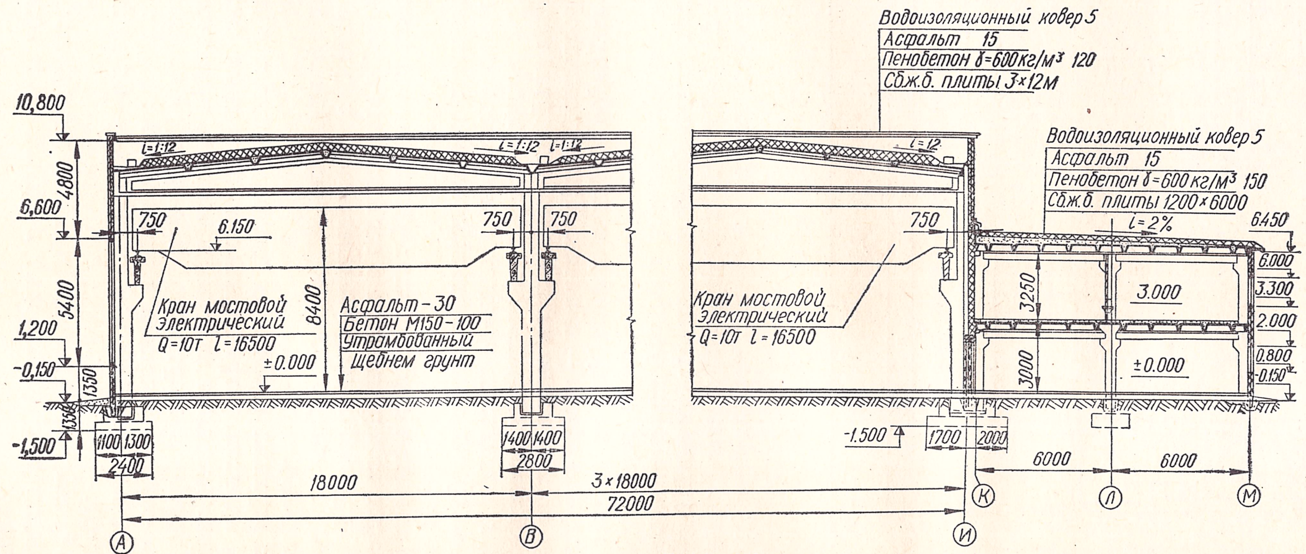
Масштаб фасада гражданского здания должен быть минимальным, но достаточным для изображения рельефа стен, проемов и т. д.

Чтобы выявить конструктивное решение здания и высотную координацию его элементов, прибегают к разрезам. Разрез обычно выполняют на одном уровне с фасадом.

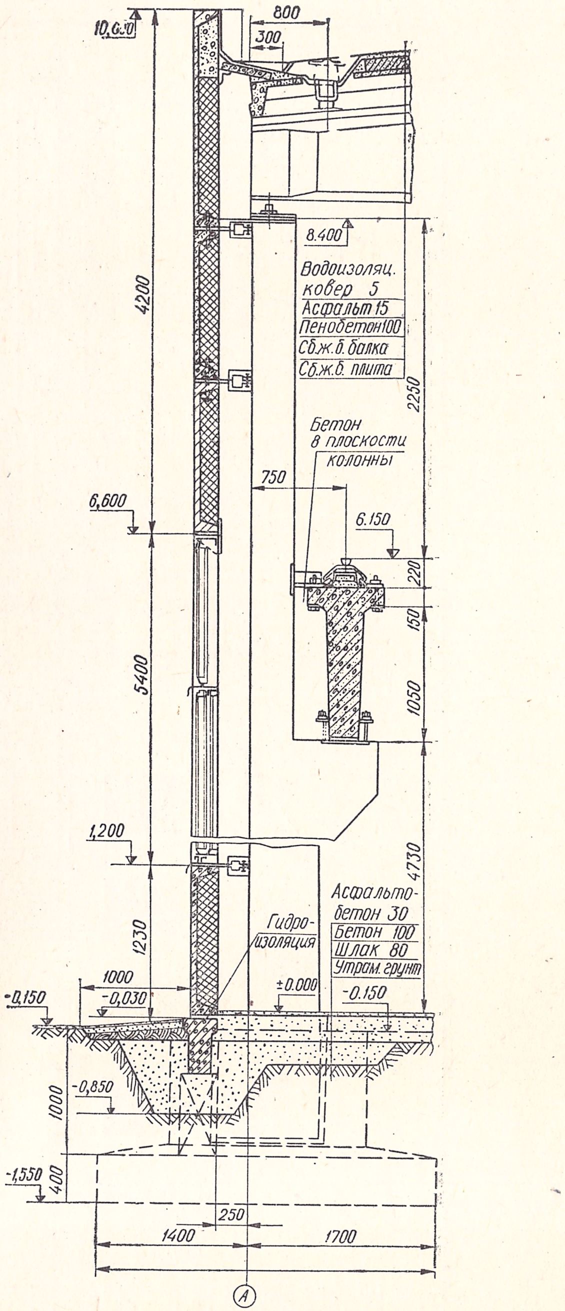
Секущую плоскость показывают утолщенной разомкнутой линией, не пересекающей контуры



План на отм. ±0.000



Разрез 1-1



Разрез по стене М 1:20

Рис. 441.

изображения. Линия разрезов не должна проходить через колонны, вдоль балок, стен, перегородок; фундаменты под колоннами, как невидимые части зданий, изображаются штриховыми линиями. В ступенчатых разрезах показывают точки перелома секущей плоскости внутри контура здания. Секущие плоскости нумеруют арабскими цифрами.

В промышленных и гражданских зданиях применяют разрезы продольные и поперечные, как простые, так и сложные.

В продольных разрезах при любом положении секущих плоскостей крышу условно показывают рассеченной по коньку (в случае фермы — посредине ее), а в поперечных — рассеченной в центральной своей части.

На разрезах (рис. 441) показывают:

1) разбивочные оси здания, расстояния между осями, общие размеры здания между крайними осями;

2) отметки уровня земли, чистых полов, основных площадок;

3) размеры проемов и участков стен между ними; высотные отметки низа и верха проемов;

4) высоты ярусов переплетов световых фонарей с указанием, в какую сторону они открываются;

5) подкрановые пути и краны (в схематическом условном изображении) с указанием пролета, грузоподъемности, отметки головки рельса и верха колонн;

6) рельсовые пути внутрицехового транспорта с указанием отметки головки рельсов, если она не совпадает с уровнем пола;

7) материал и толщину слоев конструкций покрытия и пола здания.

На чертежах разрезов выделяются элементы, попавшие в секущую плоскость. Разрезы, в которых трудно исчерпывающе показать наиболее сложные их части, дополняют чертежами деталей и элементов разреза.

§ 60. ЧЕРТЕЖИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

В современном строительстве основным типом одноэтажных производственных зданий являются здания, монтируемые из сборных железобетонных конструкций заводского изготовления.

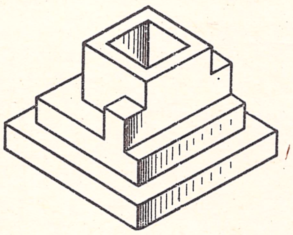


Рис. 443.

Отдельные конструктивные элементы здания имеют большие размеры и вес.

Здания, стены которых возведены из блоков большого размера, называются крупноблочными. Здания, стены которых смонтированы из панелей (на шаг помещения), называют крупнопанельными.

В настоящее время наиболее прогрессивным типом строительства является каркасно-панельное, т. е. сочетание железобетонного несущего каркаса с ограждающими панелями.

Основными элементами одноэтажного каркасного здания (рис. 442) являются: фундаменты *1*, фундаментные балки *2*, колонны *3*, стеновое заполнение каркаса *4*, подкрановые балки (для зданий с мостовыми кранами) *5*, несущие элементы покрытия — балки или фермы *6*, бесчердачное покрытие *7*, фонари (для некоторых производственных зданий).

Наиболее распространенным фундаментом под колонны является железобетонный блок с углублением — стаканом, в который вставляется колонна (рис. 443). Одиночные фундаменты нередко достигают больших размеров, они выполняются составными из отдельных блоков как монолитных, так и пустотелых. Расстояние по вертикали от спланированной поверхности земли до подошвы фундамента называется его глубиной заложения.

Глубина заложения фундамента зависит от климатических, геологических и гидрогеологических условий, условий строительства и т. п. Глубина заложения должна быть на 10—20 *см* ниже

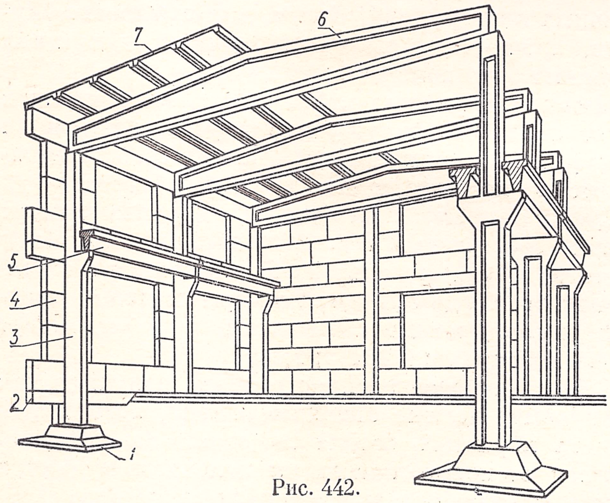


Рис. 442.

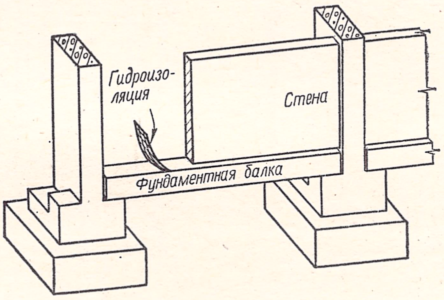


Рис. 444.

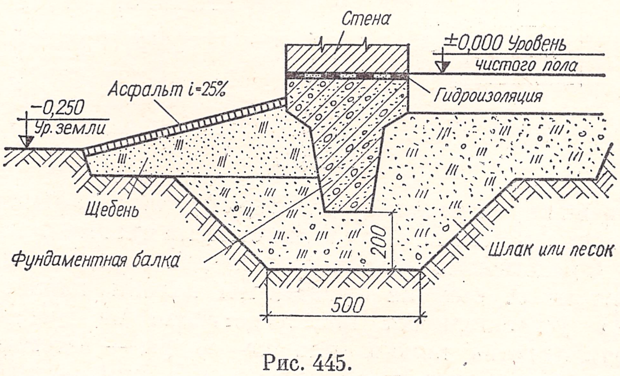


Рис. 445.

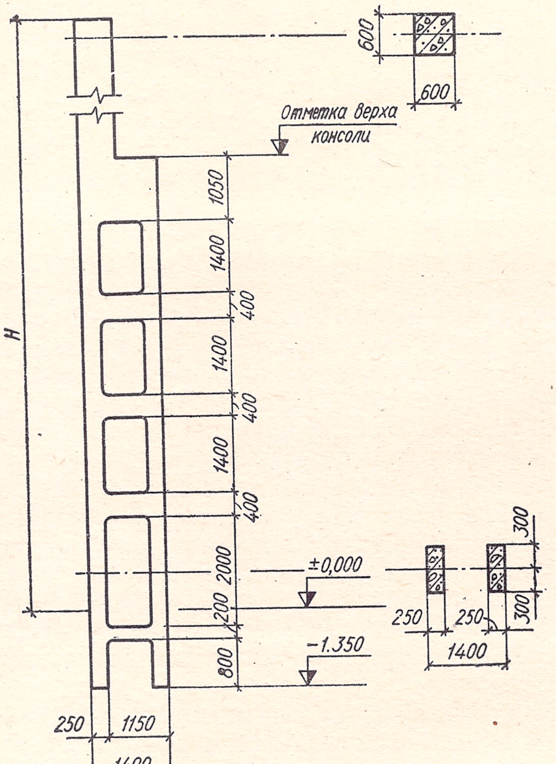


Рис. 446.

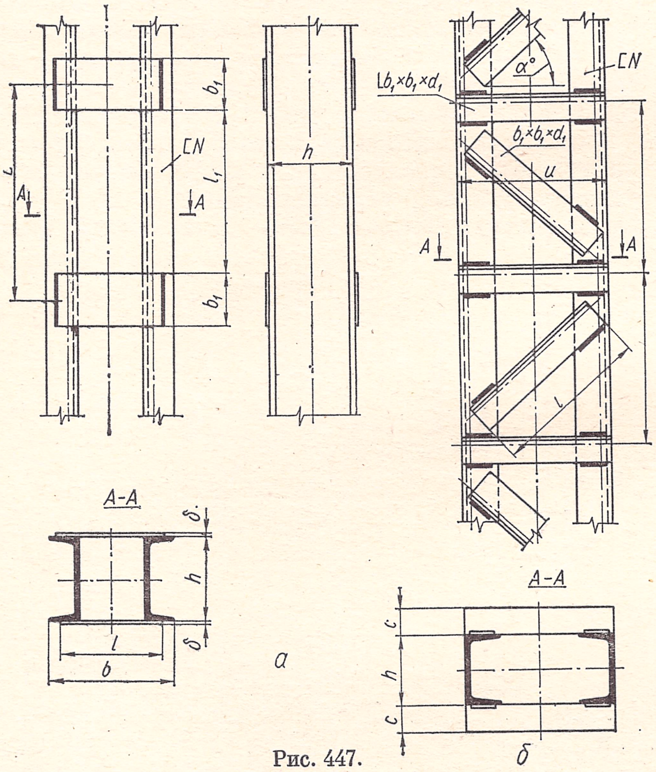


Рис. 447.

уровня промерзания грунта. Верх фундамента обычно располагается на 15 *см* ниже отметки чистого пола.

Фундаментные балки служат для передачи нагрузки от стен на фундаменты колонн каркаса. Их устанавливают непосредственно на уступы фундаментов колонн или на опоры — бетонные столбики, укладываемые на уступах фундаментов. Поверх фундаментной балки настилается гидроизоляция, а по ней возводится стена (рис. 444).

Для защиты фундаментных балок от воздействия грунтов и предохранения стен от промерзания под балки засыпают шлак и устраивают отмостку поверхности грунта вдоль внешней части стены (рис. 445).

Колонны передают нагрузки на фундаменты от покрытия, подъемно-транспортного оборудования и стенового заполнения.

Железобетонные колонны изготовляют двух видов: для зданий без мостовых кранов и для зданий, оборудованных мостовыми кранами. По месту расположения различают средние и крайние колонны. Для зданий, оборудованных мостовыми кранами, колонны выполняют с консолями, на которые опираются подкрановые балки.

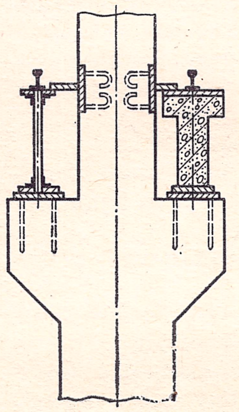


Рис. 448.

В промышленном строительстве наиболее распространены сборные железобетонные колонны. В последнее время широко используются колонны с прямоугольного сечения.

На рис. 446 изображена двухветвевая колонна. Часто используются и составные металлические колонны из стального проката (рис. 447).

Расстояния между осями колонн в одноэтажных промышленных зданиях, в соответствии с основными положениями по унификации, разработанными на основе ЕМС, принимаются такими: в поперечном направлении пролетный размер при 6—9 *м* должен быть кратен 3, при пролетах свыше 9 *м* — должен быть кратным 6; в продольном направлении, начиная с 12 *м*, шаг ряда колонн кратен 6.

Подкрановые балки изготовляются из стали или железобетона (рис. 448). Они могут иметь двутавровое или тавровое сечение. На подкрановую балку укладывают подкрановый рельс. Подкрановая балка опирается на консоль колонны и прочно к ней крепится.

Стеновое заполнение каркаса для стен промышленных зданий применяется в основном в виде панельных конструкций. Стены, в большинстве случаев, являются только ограждением зданий или отделяют одно помещение от другого.

Нижняя наружная часть стены, выступающая за ее плоскость наружу или внутрь, называется цоколем. В промышленных зданиях стены выполняются из кирпича, шлакобетона или бетона.

Стены опираются на элементы каркаса и несут только собственный вес. Выполняются они чаще всего из крупных панелей облегченного типа толщиной от 200 до 500 *мм*. Размеры стеновых панелей унифицированы. При длине 6 *м* они могут иметь высоту 0,6; 1,2; 1,5; 1,8 *м*.

Сейчас большое распространение получили так называемые теплые стеновые панели, изготовленные из пористого бетона со слоем штукатурки. Крепят стеновые панели к колоннам и друг к другу, сваривая стальные закладные детали.

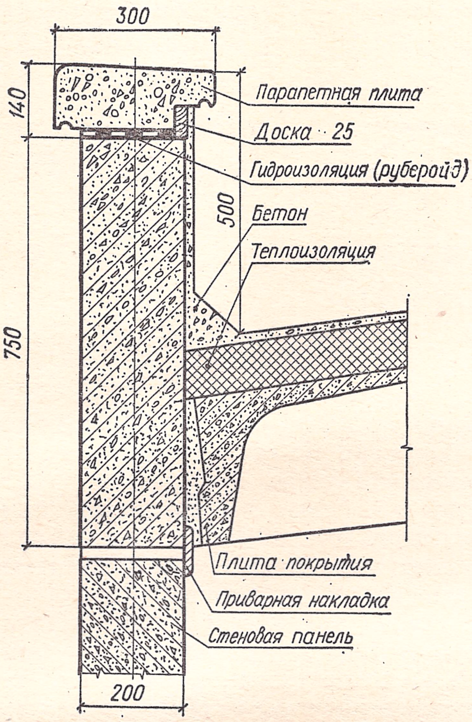


Рис. 449.

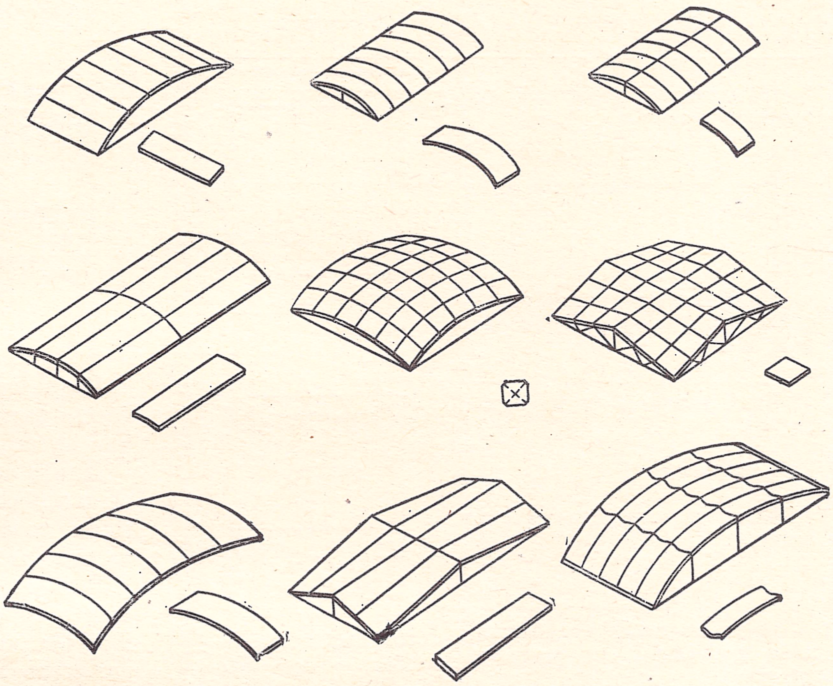


Рис. 450.

Остекленные поверхности промышленных зданий, как правило, значительны по размерам и имеют некоторые характерные особенности. На чертежах показывают направление открывания рамы не только в разрезе, но и на фасаде. Переплеты рам в промышленных зданиях преимущественно одинарные, изготовленные из дерева или стали. В ответственных зданиях (горячих цехах) применяют только стальные переплеты.

Каждый оконный переплет окантован специальным профилем-рамой. Размеры одной оконной панели: ширина 1,5 или 2 *м*, высота 1,2 или 2,4 *м*. Компонуя такие рамы, можно получить остекленные поверхности любой величины.

Стена, вместо карниза, обычно завершается парапетом. На рис. 449 изображен узел примыкания покрытия к стеновой панели.

Для перегородок применяются легкие строительные материалы: различные плиты, изготовляемые на заводах строительных материалов,— железобетонные, асбоцементные, фибролитовые, гипсовые и пр.

Промышленностью выпускаются перегородки в виде гипсовых или бетонных панелей с дверным проемом. Размеры таких перегородок:— длина от 3 до 6 *м*, высота — от 1,2 до 2,4 *м*, толщина — от 80 до 120 *мм*.

Для проезда транспорта и прохода больших масс людей в стенах производственных зданий делают ворота распашные или раздвижные таких размеров:
для железнодорожного транспорта 4,7 *м* (ширина) × 5,6 *м* (высота);
для автомобильного соответственно 4 *м* × 3 *м* или 3 *м* × 3 *м*.

Важным конструктивным элементом многоэтажных зданий является перекрытие — совокупность конструктивных элементов, ограничивающая помещение по высоте или делящая здание по высоте на отдельные участки — этажи. В зависимости от места расположения по высоте здания перекрытия бывают междуэтажные, подвальные, чердачные.

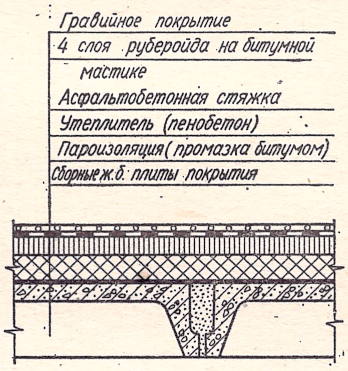


Рис. 451.

Перекрытие состоит из несущей конструкции (стальные или железобетонные фермы, балки или плиты) и заполнителя. Последний для обеспечения звуко- и теплоизоляции делается многослойным.

В промышленных зданиях устраиваются балочные и безбалочные железобетонные перекрытия. В безбалочных перекрытиях железобетонные плиты опираются непосредственно на расширенные в верхней части колонны.

Для одноэтажных зданий несущими конструкциями покрытия являются балки и фермы, а для многоэтажных — ригели и плиты покрытия.

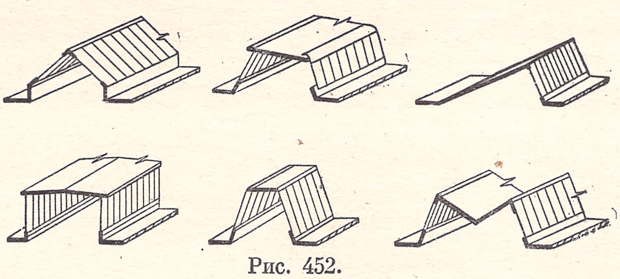
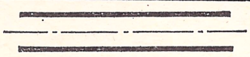
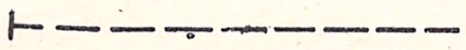
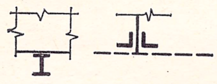
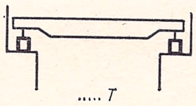
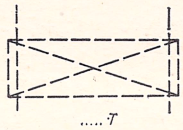
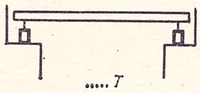
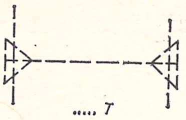
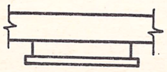
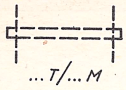
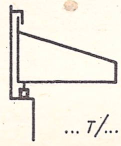
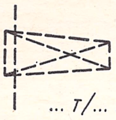
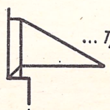
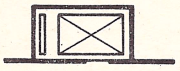


Рис. 452.

Таблица 80

Наименование	Обозначение
Путь железнодорожный, на планах зданий	
Путь подкрановый, на планах зданий	
Монорельс (подвесной рельсовый путь), монорельс с талью и т. п.	*На разрезах* *На планах*  MP..... T MP..... T
Кран мостовой, на разрезах зданий	 ..... T
Кран мостовой, на планах зданий	 ..... T
Кран мостовой однобалочный, кран-балка, на разрезах зданий	 ..... T
Кран мостовой однобалочный, кран-балка, на планах зданий	 ..... T
Кран подвесной, однобалочный, кран-балка подвесная, на разрезах зданий	 .. T/... M
Кран подвесной однобалочный, кран-балка подвесная, на планах зданий	 ... T/... M
Кран консольный, на разрезах зданий	 ... T/... M
Кран консольный, на планах зданий	 ... T/... M
Кран поворотный, на разрезах зданий	 ... T/... M
Кран поворотный, на планах зданий	... T/... M
Подъемник, огражденный стенами или перегородками, в плане.	

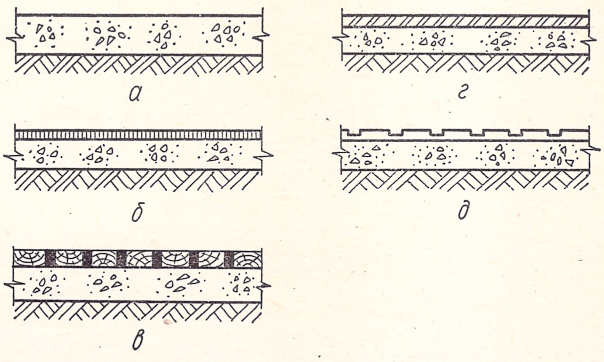


Рис. 453.

В промышленных зданиях обычно устраиваются бесчердачные покрытия по стальным или железобетонным фермам или балкам.

Для покрытий применяют железобетонные плиты и плиты из легкого бетона. В отапливаемых зданиях поверх плит укладывают слой утеплителя из минераловидных или пенобетонных плит.

В последнее время для покрытия промышленных зданий при больших пролетах все чаще применяют тонкие оболочки толщиной 6—10 *см*. Чаще всего оболочки выполняют из сборного железобетона. На рис. 450 схематически показаны наиболее распространенные виды оболочек и типовые детали, из которых собирают каждую оболочку.

Крыши бывают трех типов: скатные, плоские и криволинейные (по оболочкам). У скатных крыш уклон обычно 1 : 12.

Водоизоляционное покрытие делают из нескольких слоев рулонных материалов на битумной мастике (рис. 451).

Нередко производственные здания приходится защищать от перегрева не только изоляцией, но и путем охлаждения покрытия слоем воды в 2,5—3 *см*. Покрытия с водяным защитным слоем устраивают бесскатными (плоская кровля).

Для отвода воды с покрытий производственных зданий устраивается чаще всего внутренний водоотвод. Он состоит из водоприемных воронок и системы водоотводящих труб.

Фонари — остекленные надстройки над проемами в покрытиях служат для освещения мест, отдалённых от окон длинных и широких промышленных зданий и для вентиляции. Они бывают световые или аэрационные (вентиляционные).

В производственных зданиях применяют, главным образом, стальные или железобетонные типовые фонари различной формы с деревянными или стальными переплетами (рис. 452). В зданиях со значительным выделением пыли или газов устраивают фонари только аэрационные, не имеющие остекленных поверхностей.

К полам промышленных зданий, в зависимости от характера производства, предъявляются различные требования: повышенная механическая прочность, жаростойкость, водонепроницаемость, химическая стойкость, беспыльность, малая истираемость и т. д.

Полы промышленных зданий устраиваются по уплотненному грунту, на который укладывается

слой бетона (подготовка), а затем, в зависимости от характера производства,— одежда чистого пола; последняя может быть из торцовых шашек, чугунных плит, керамических плиток, асфальта, бетона, цемента и т. д.

На рис. 453 приведены примеры полов производственных зданий: *а* — бетонный; *б* — асфальтовый; *в* — торцовый; *г* — ксилолитовый; *д* — плиточный.

На чертежах часто приходится изображать подъемно-транспортные средства, которыми оборудованы производственные здания.

В табл. 80 приведены условные обозначения подъемно-транспортного оборудования зданий.

§ 61. ЧЕРТЕЖИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Гражданское здание состоит из различных конструктивных частей. Основные из них: фундамент, стены, отдельные опоры, прогоны, перекрытия, крыша. В совокупности они образуют настоящий остов здания, воспринимающий нагрузку и обеспечивающий пространственную жесткость и устойчивость здания.

В зависимости от вида несущего остова различают две основных конструктивных схемы зданий: 1) здания с несущими наружными и внутренними стенами; 2) каркасные здания, где, как и в промышленных зданиях, нагрузки воспринимаются системой стоек (колонн), которые вместе с горизонтальными связями составляют каркас. Кроме этих основных систем, существуют промежуточные и комбинированные.

В здании с несущими наружными и внутренними стенами последние выполняются из сравнительно тяжелых материалов.

В каркасном же здании стены выполняют только ограждающие функции и могут быть как самонесущими, так и ненесущими.

В каркасных зданиях ненесущие стены в каждом этаже опираются на крайние (бортовые) элементы каркаса и передают свой вес стойкам наружных рядов. Свой вес эти стены несут лишь в пределах одного этажа, поэтому их можно выполнять из легких малопрочных и малотеплопроводных материалов. На рис. 454 приведен разрез стены крупнопанельного здания с каркасными стенами.

По конструктивной схеме фундаменты гражданских зданий бывают: ленточные — под наружные и внутренние капитальные стены; столбчатые — для восприятия нагрузки от отдельных опор; массивные (сплошные) — для передачи на основание значительных нагрузок.

Толщина стен гражданских зданий зависит от воспринимаемой нагрузки, материала и климатической зоны и колеблется для одно- и двухэтажного здания от 1,5 кирпича (380 *мм*) до трех кирпичей (770 *мм*).

Для возведения стен используют естественные камни, кирпич, стеновые панели, крупные блоки, дерево.

При возведении стен в них оставляют отверстия для окон и дверей — проемы. Конструкция, перекрывающая проемы сверху и поддерживающая

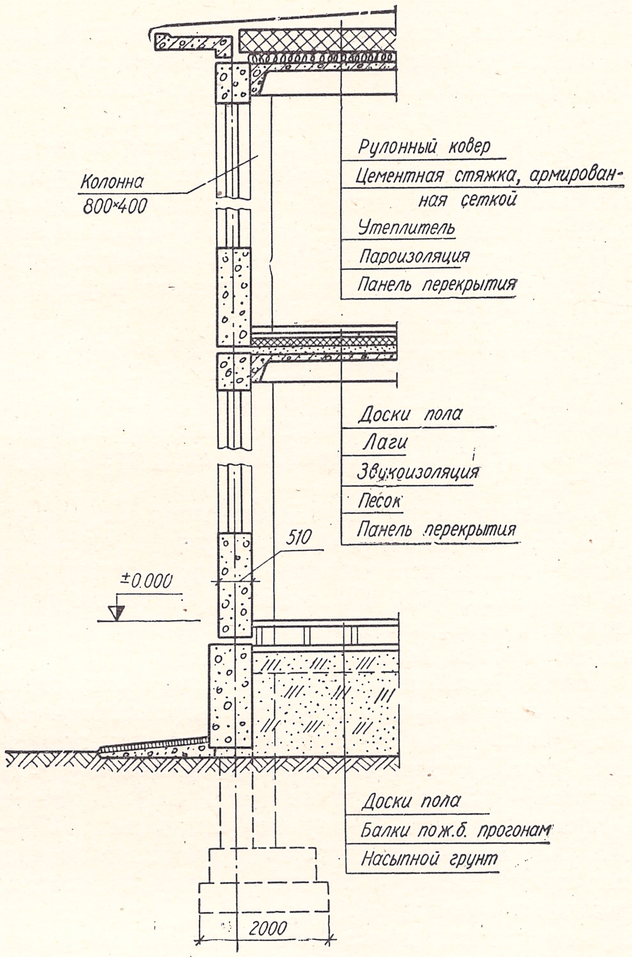
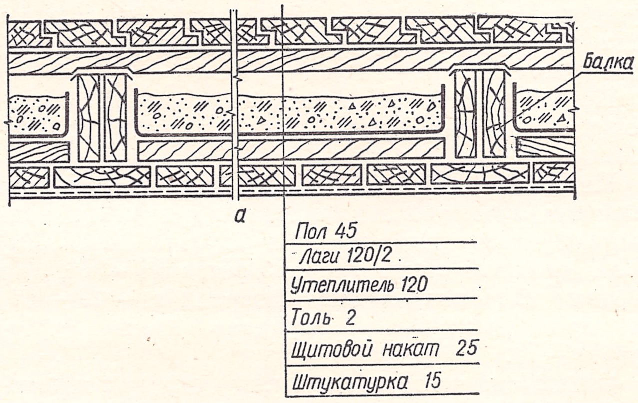


Рис. 454.



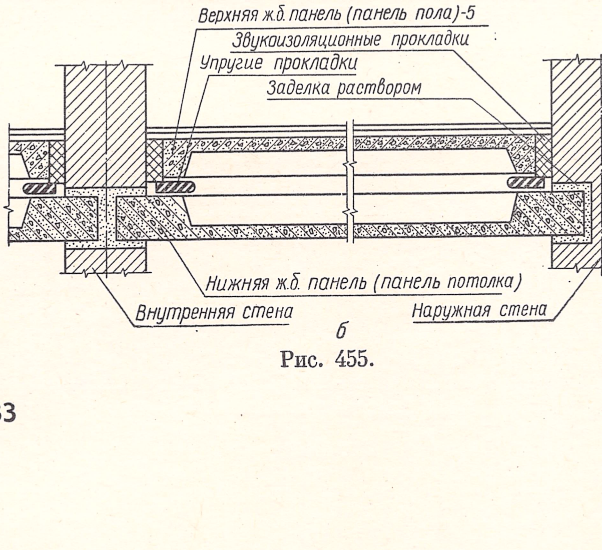


Рис. 455.

вышележащую часть стены и перекрытия, называется перемычкой.

Для отвода от фундамента и цоколя дождевых и талых вод, вокруг здания устраивают асфальтовую, булыжную или глинощебеночную отмостку шириной 75 *см* с уклоном, равным 0,05.

При проектировании здания для разделения помещений устраивают перегородки. Перегородки могут быть деревянные, кирпичные, фибролитовые, шлакобетонные, гипсовые, керамические и т. д. Толщина их 70—180 *мм*. В настоящее время в сборном строительстве применяются перегородки в виде панелей «на комнату».

В гражданских зданиях перекрытия выполняют из дерева, железобетона, а иногда по стальным балкам. Два типа перекрытий показаны на рис. 455: *а* — по деревянным балкам со щитовым накатом; *б* — панельное (шатровое) перекрытие.

Чердачное перекрытие отличается от междуэтажных отсутствием пола сверху и наличием более толстого слоя утеплителя: сухой земли, шлака, песка. На рис. 456 показано чердачное перекрытие по железобетонным балкам с накатом из легкобетонных плит.

Полы в гражданских зданиях при отсутствии подвальных помещений часто устраиваются непосредственно по грунту. В жилых помещениях чаще всего устраивают деревянный пол по лагам на столбиках из кирпича (рис. 457). Столбики устанавливают по бетону на расстоянии 1100—1300 *мм*, сверху на них укладывают просмоленные куски досок, а по ним — лаги из пластин (половина бревна) $^{140}/_2$ или $^{160}/_2$. По лагам поперек настилают доски пола толщиной 29—37 *мм* (рис. 458).

В помещениях с повышенной влажностью полы устраивают из цемента, керамической плитки по цементному раствору или асбесто-смоляных плиток (рис. 459).

Крыша состоит из кровли, стропильной системы и обрешетки. Крыши обычно устраивают наклонными.

Плоскости, образующие крышу, называются скатами. Уклон скатов зависит от кровельного материала и от климатических условий местности. Для листовой стали уклон берется 16—22°, для кровли из силикатных материалов — 27—45°, а для рулонных материалов (толь, рубероид) —7°.

Основными частями наслонных стропил являются стропильные ноги и поддерживающие их элементы. На рис. 460 *а*, *б* показаны поперечные конструктивные схемы, на рис. 461 показана схема плана.

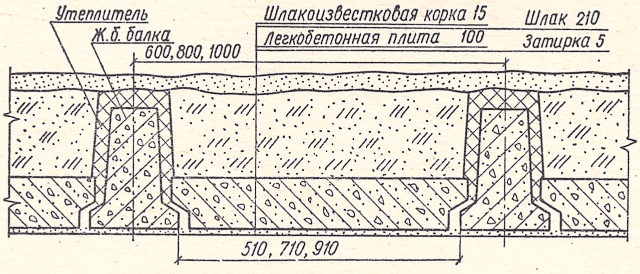


Рис. 456.

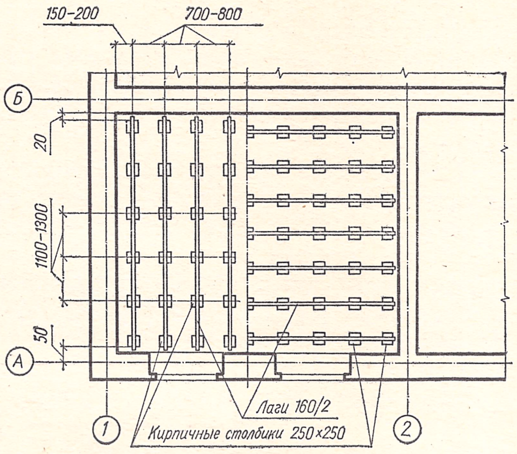


Рис. 457.

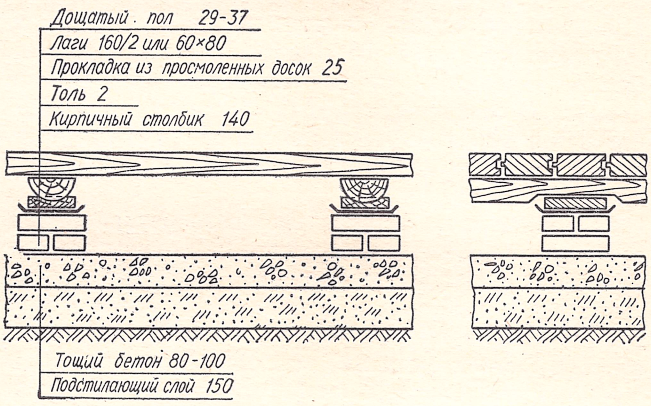


Рис. 458.

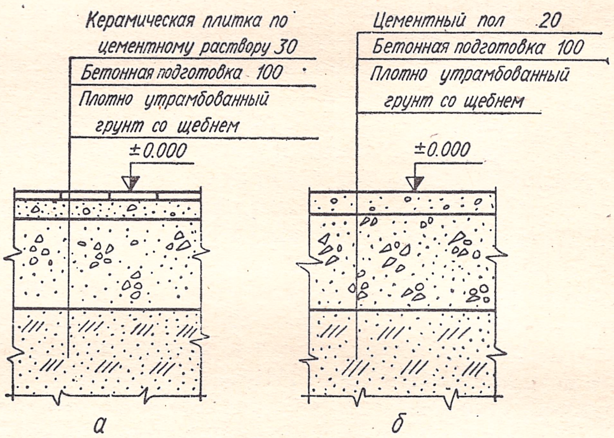


Рис. 459.

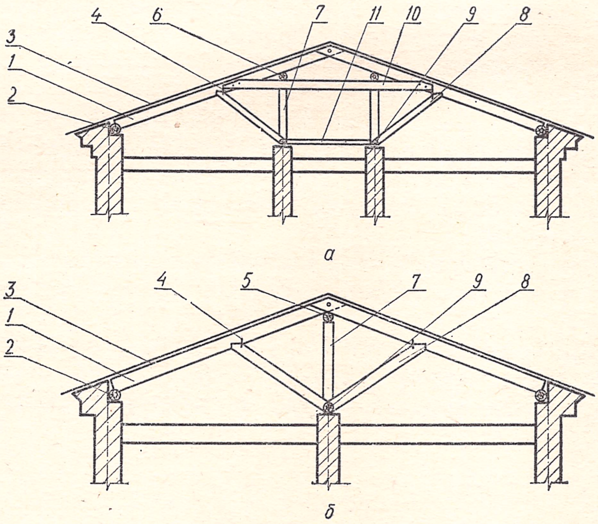


Рис. 460.

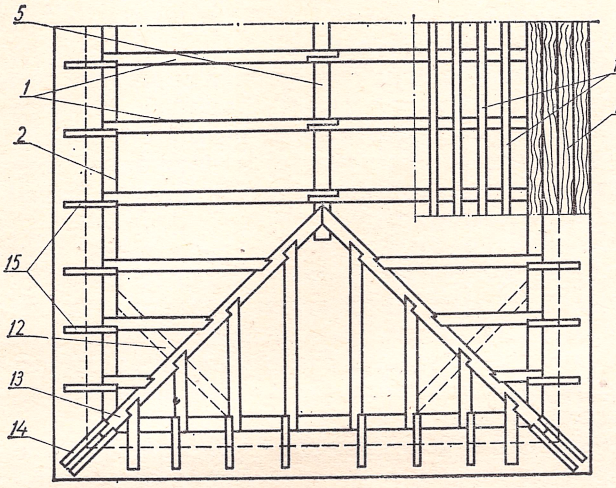


Рис. 461.

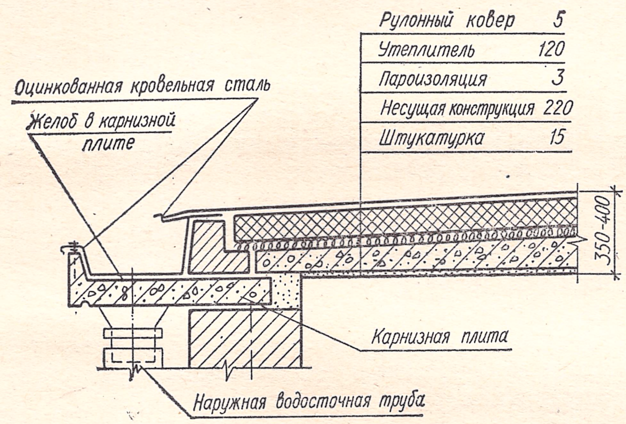


Рис. 462.

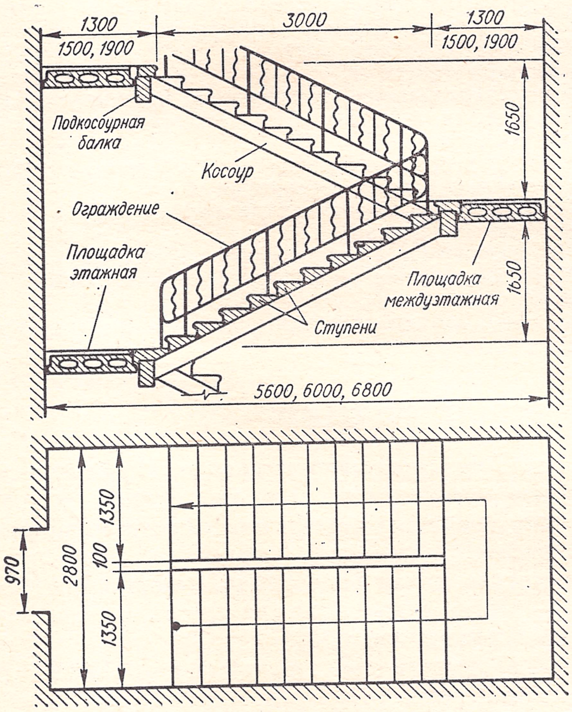


Рис. 463.

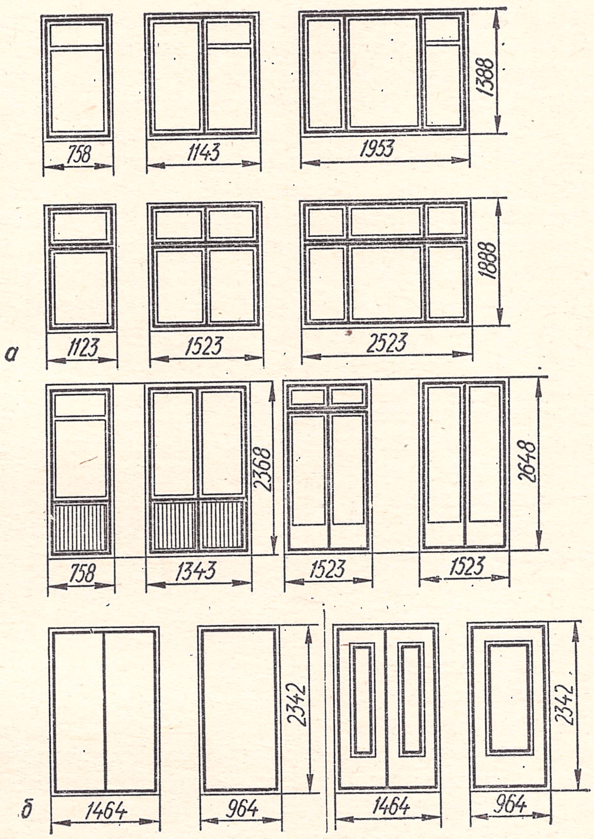
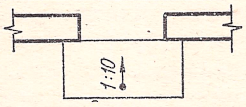
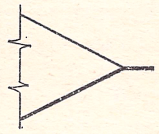
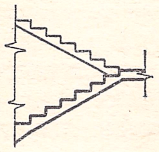
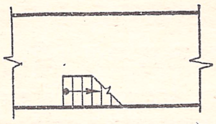
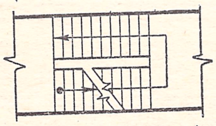
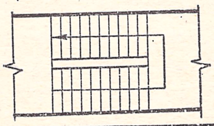


Рис. 464.

Таблица 81

Наименование	Обозначение
Пандус в плане	
Лестница в разрезе, в масштабе 1 : 200 и мельче	
Лестница в разрезе, в масштабе крупнее чем 1 : 200	
Лестница в плане, нижний марш	
Лестница в плане, промежуточный марш	
Лестница в плане, верхний марш	

Кроме защиты здания от осадков и солнца, крыша должна противостоять ветру и выдерживать нагрузку от снега. Поэтому она должна быть прочной и жесткой. Эти качества обеспечивает крыше несущая конструкция, поддерживающая обрешетку *16* и кровлю *3*. Наклонные элементы, образующие эту конструкцию, называются стропилами или стропильными ногами *1*. Стропильные ноги опираются на деревянные балки или брусья *2*, уложенные в четвертях верхних частей стен и называющиеся мауэрлатами, и на прогоны *5* и *6*.

При двускатных крышах стропильные ноги размещают на расстоянии 150—200 *см* одна от другой.

Для повышения жесткости стропил больших размеров предусматривают ригели *10*, т. е. горизонтальные затяжки из пластин, а также стойки *7*, подкосы *8*, распорки *11* и шпренгели *12*. Стойки ставятся на лежни *9*.

К концам стропильных ног на всю величину свеса карниза прибивают кобылки *15* — коротыши из досок, поставленных на ребро и заделываемых в тело карниза. Элементы стропил соединяются между собою при помощи скоб *4*.

К стропильным ногам крепят обрешетку *16* из брусьев сечением 50 × 60 *мм*. Прибивают их параллельными рядами на расстоянии, зависящем от вида кровельного материала. У свесов крыши и в местах пересечения скатов укладывается опалубка (настил) *17* — сплошные полосы из досок такой же толщины, как и обрешетка. Опалубка и обрешетка являются основанием для крепления кровли.

В последнее время в строительстве получили большое распространение бесчердачные (совмещенные) покрытия, в которых предусматривают защитный, водоизоляционный, утепляющий, пароизоляционный и несущий слои. Несущие конструкции их устраивают из сборных железобетонных элементов. На рис. 462 показаны детали карниза совмещенной крыши.

Лестницы устраиваются с различными уклонами и бывают одно-, двух- и трехмаршевые. Каждый марш состоит из определенного количества ступеней, уложенных на балки, которые в каменных лестницах называются косоурами (выполняются из металла), в деревянных — тетивами, расположенными сбоку. В настоящее время часто изготовляются целые железобетонные марши.

Вертикальная грань ступени называется подступенком, горизонтальная — проступью. Высоту подступенка берут обычно в пределах 15—18 *см*, а ширину проступи — 20—30 *см*. На рис. 463 показана лестничная клетка.

Отношение высоты подступенка к ширине проступи характеризует уклон лестницы. Наиболее употребительный уклон 1 : 2, реже 1 : 1,5. Более крутые уклоны применяются в лестницах, ведущих на чердаки и в подвалы. Лестничные марши ограждаются перилами.

Стены лестничных клеток из противопожарных соображений должны иметь толщину не менее 1,5 кирпича. В табл. 81 показаны условные обозначения пандусов (наклонных площадок) и лестниц.

Окна жилых зданий состоят из таких элементов: коробок, оконных рам, подоконников и наружного слива.

В зависимости от климатической зоны, назначения помещения и т. д. окна могут быть: одно-, двух- и трехстворчатыми или с балконной дверью. По числу остекленных переплетов они могут быть одинарными или двойными. В окнах часто устраиваются форточки и фрамуги.

На рис. 464, *а* показаны основные типы окон, а на рис. 464, *б* — балконных и обычных дверей.

Верх окна обычно располагается на 150—300 *мм* ниже потолка при расположении подоконника на 700—800 *мм* от уровня пола.

Двери состоят из рамы, укрепленной в стене, и дверного полотна. По назначению двери бывают внутренние и наружные, по способу открывания — распашные, раздвижные, складчатые, вращающиеся, двери-шторы. По числу дверных полотен распашные двери могут быть одно, двухпольные и полуторные. Оконные и дверные заполнения стандартизированы.

Вопросы для самопроверки

1. Какие планы применяются в строительном черчении?
2. Какие бывают разрезы на строительных чертежах?
3. Назовите основные элементы каркасного производственного здания.
4. Как осуществляется освещение и аэрация производственных зданий? Как обеспечивается отвод атмосферных осадков?
5. Чем отличается покрытие многоэтажного производственного здания от перекрытия его?
6. Из каких чертежей-проекций состоит чертеж производственного здания?
7. Что изображается на плане производственного здания?
8. Что изображается на разрезе производственного здания?
9. Назовите две основные конструктивные схемы гражданских зданий.

Раздел XV. ЧЕРТЕЖИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

§ 62. ЧЕРТЕЖИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

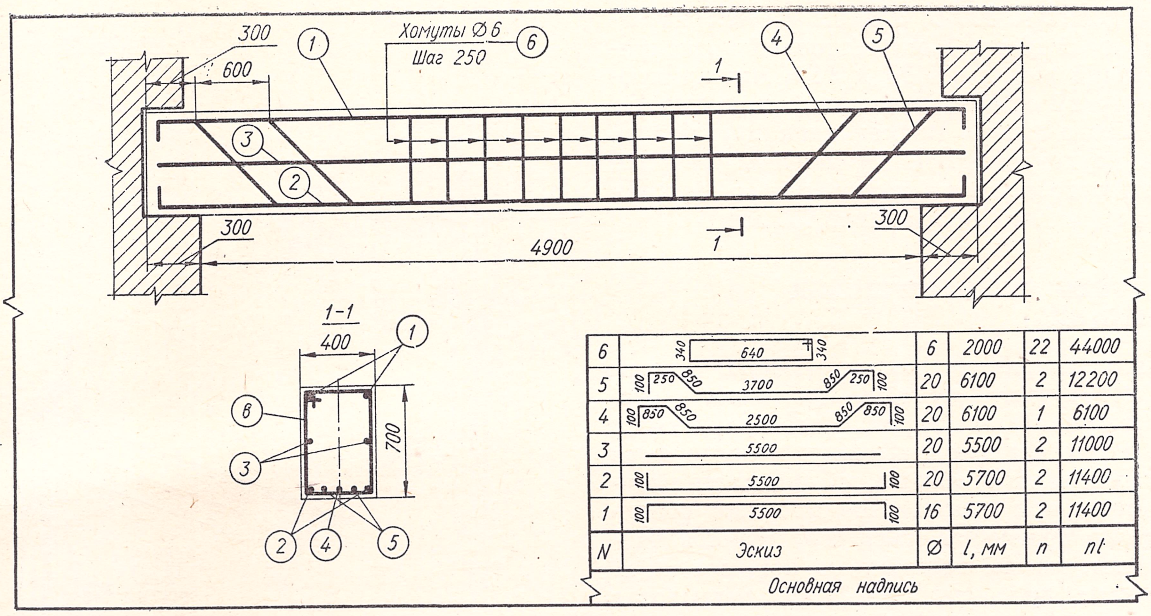
Железобетонные конструкции широко применяются в промышленном и гражданском строительстве.

Железобетоном называется строительный материал, в котором соединены в монолитное целое стальная арматура и бетон. Бетон, как и естественные камни, хорошо сопротивляется сжатию, но плохо работает на растяжение. Поэтому в растянутые зоны вводят стальные стержни, благодаря чему несущая способность конструкций резко возрастает.

Арматура может быть гибкой (стержни) и жесткой — в виде прокатных или составных профилей (балок, рельсов и т. п.).

В зависимости от назначения различают такие виды арматуры:

а) рабочая, воспринимающая усилия растяжения;



6	340 640 340	6	2000	22	44000
5	100 250 850 3700 850 250 100	20	6100	2	12200
4	100 850 850 2500 850 850 100	20	6100	1	6100
3	5500	20	5500	2	11000
2	100 5500 100	20	5700	2	11400
1	100 5500 100	16	5700	2	11400
N	Эскиз	Ø	l, мм	n	nl

Основная надпись

Рис. 465.

б) распределительная, обеспечивающая совместную работу стержней рабочей арматуры;

в) монтажная, связывающая все стержни воедино.

Все железобетонные конструкции можно разделить на два вида: монолитные и сборные.

Преимущественное применение в строительстве имеют сборные конструкции, так как они обеспечивают индустриальность изготовления и сокращают сроки возведения зданий и сооружений.

Чертежи железобетонных конструкций, имеющих сложную форму, большое число отверстий и закладных элементов, делятся на опалубочные и арматурные.

Опалубочные чертежи служат для изображения формы конструкции и изготовления опалубки для бетонирования. На арматурных чертежах указывают форму, размеры и размещение арматуры.

Для несложных конструкций выполняются совмещенные опалубочно-арматурные чертежи.

На рис. 465 приведен чертеж железобетонной балки (причем предполагается, что бетон прозрачен).

Кроме главного вида, приведено сечение 1—1 для уяснения положения арматурных стержней.

Рабочая и распределительная арматура вычерчивается в одну линию толщиной от 0,4 *мм* до 1,5 *мм*, в зависимости от масштаба чертежа. Линии контура конструкции проводят в четыре раза тоньше, чем линии основной арматуры. Все арматурные стержни нумеруются как на главном виде, так и в сечениях. Номера позиций ставятся в кружках, от которых идут выносные линии к стержням.

Количество и диаметр стержней арматуры проставляются на полочках. На чертеже железобетонных конструкций приводится таблица-спецификация, в которой показывается диаметр арматурного стержня, длина каждого элемента арматуры данного диаметра, номер, количество, общая длина стержня.

От всех стержней в сечениях должны быть даны полные выноски: номер позиции, диаметр стержня, количество стержней и их шаг. Если стержни повторяются в нескольких сечениях, выноски нужно делать только в одном сечении, а в остальных показывается номер позиции.

На рис. 466 представлен чертеж нижней части железобетонной колонны с пирамидальным подколонником на ступенчатом фундаменте. Рабочая

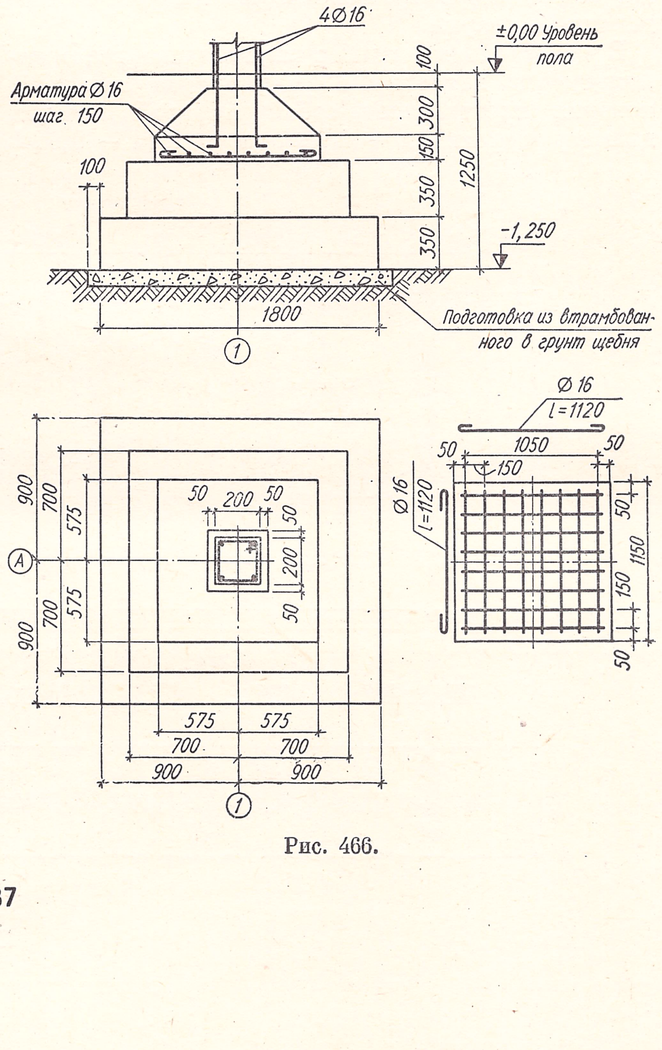


Рис. 466.

арматура колонны 300 × 300 *мм* состоит из четырех стержней 16 *мм*. Железобетонный подколонник, имеющий размеры 1150 × 1150 *мм*, армирован арматурной сеткой, вынесенной отдельно (на рис. 466 справа внизу). Подколонник покоится на бетонном двухступенчатом фундаменте, под подошву которого делается подготовка из втрамбованного в грунт щебня, толщиной 100 *мм*.

§ 63. ЧЕРТЕЖИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Основным материалом металлических строительных конструкций является прокатная и листовая сталь различных марок. Реже применяется чугун. В последнее время все шире используются легкие алюминиевые сплавы, обладающие прочностью стали при значительно меньшем объемном весе. Из прокатной стали сооружаются каркасы зданий, мосты, надшахтные копры и т. п.

Сортаменты прокатных профилей приводятся в справочниках проектировщика и справочниках по черчению.

По виду соединений металлических элементов металлоконструкции разделяются на сварные, клепанные, болтовые.

Наиболее прогрессивными и часто встречающимися являются сварные строительные конструкции.

Клепанные соединения, по сравнению со сварными, менее экономичны и более трудоемки. Они применяются, в основном, в особо ответственных конструкциях и там, где не удается применить сварку, когда, например, используются стали, не поддающиеся сварке.

В строительных конструкциях чаще всего используются заклепки с полукруглой головкой, которая представляет собой шаровой сегмент, диаметр основания — $1{,}75d$, а высота — $0{,}65d$.

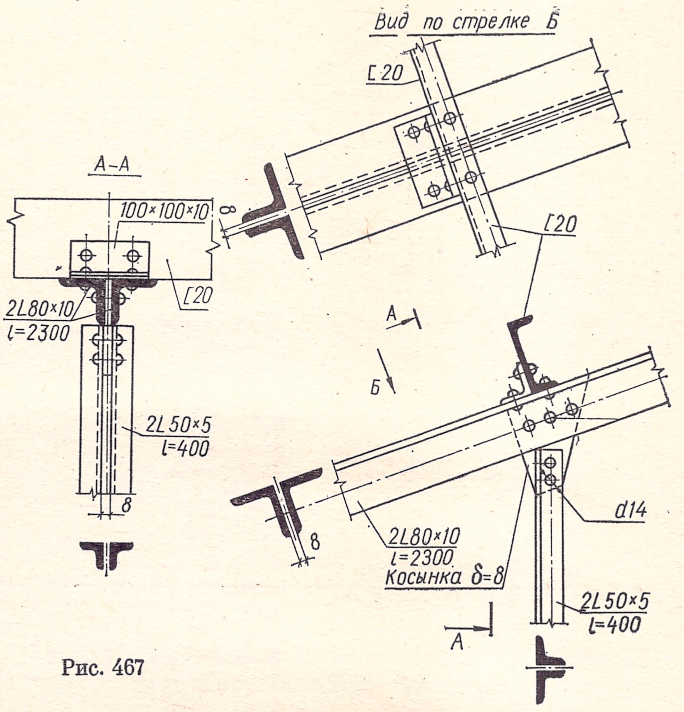


Рис. 467

Болтовые соединения применяются как временные при сборке конструкций на заводе перед клепкой или сваркой, в монтажных соединениях — как постоянные соединительные элементы в сборно-разборных конструкциях, когда не представляется возможности применить заклепки из-за большой толщины пакета, а также для крепления стальных конструкций к фундаментам. В табл. 82 приведены условные обозначения некоторых профилей проката.

На рис. 467 приведен пример изображения узла металлической стропильной клепанной фермы,

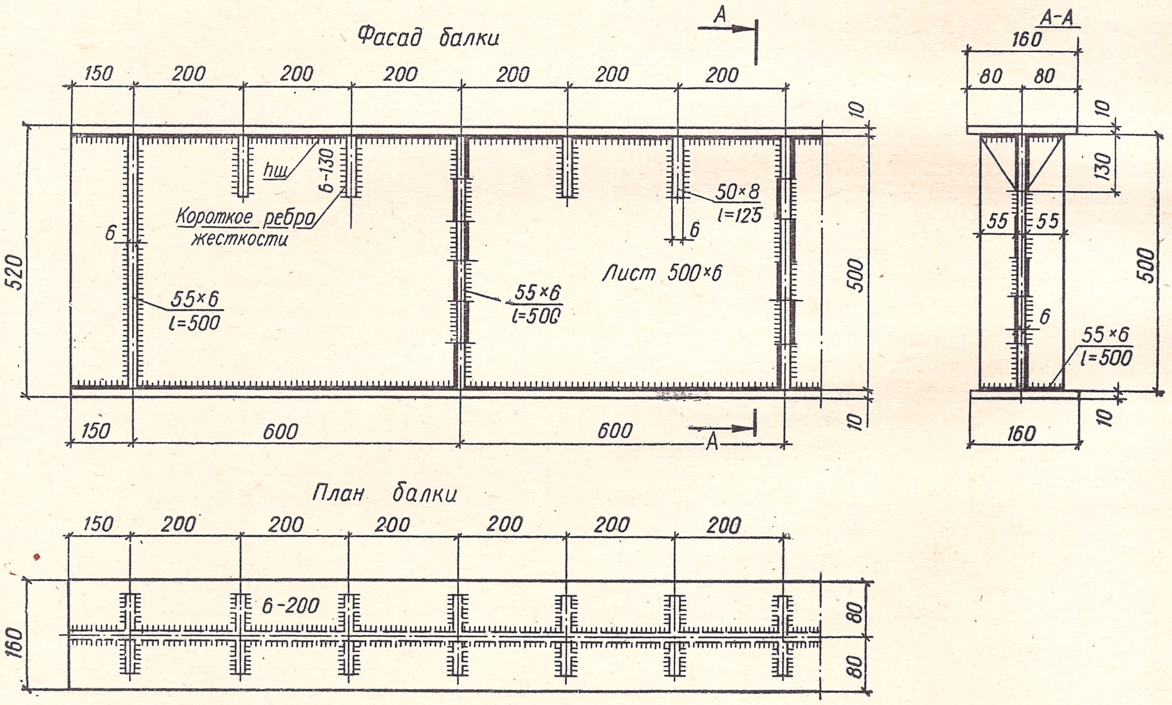


Рис. 468.

Таблица 82

Наименование профиля	Обозначение	Наименование профиля	Обозначение
Двутавр	I	Сегмент	◠
Зетовый профиль	Z	Тавр	T
Квадрат	■	Труба	○
Круг	•∅	Углобульб	⅃
Полоса	—	Угольник	L
Полособульб	⫯	Швеллер	[
Рельс	⊥	Шестиугольник	⬢

состоящей из верхнего пояса и стойки. Каждый из элементов представляет собой два равнобоких уголка, соединенных с помощью стального листа — косынки (фасонки), расположенной между уголками. Сверху к узлу приклепан прогон — швеллер, опирающийся по скату на вспомогательный уголок. Проекции элементов расположены необычно: вместо профильной проекции изображен сложный разрез *А—А*, вид по стрелке *В* расположен наклонно для того, чтобы элементы изображались без искажения. На изображениях показывают нормальные сечения элементов.

На рис. 468 приведено изображение сварной металлической балки двутаврового сечения, состоящей из верхнего и нижнего поясов, стенки и ребер жесткости — длинных и коротких. Сварные швы (сплошные и прерывистые) показаны с необходимой величиной катета. Первая цифра обозначает величину катета шва, вторая — длину.

§ 64. ЧЕРТЕЖИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Дерево как строительный материал имеет широкое и многообразное применение как в строительстве целых деревянных сооружений (мостов, зданий), так и при выполнении отдельных узлов сооружений.

Строительные лесоматериалы делятся на круглые (бревна, жерди) и пиленные (лежни, бруски, доски).

Деревянные конструкции состоят из отдельных элементов, которые соединены между собой при помощи врубок, шпонок, нагелей или клея.

Врубки могут быть различными по форме, однако их объединяет то, что в них передача усилия от одного элемента к другому происходит непосредственно. На рис. 469 показана так называемая лобовая врубка с одним зубом, где подкос *А* упирается в гнездо горизонтального элемента *В*. Длину *l* и глубину *h* рассчитывают.

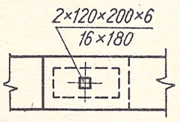
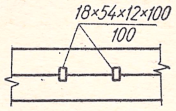
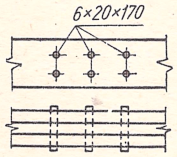
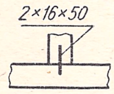
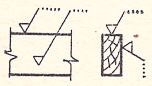
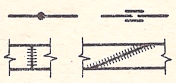
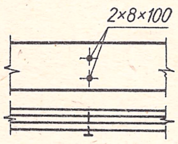
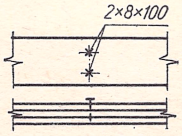
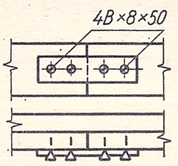
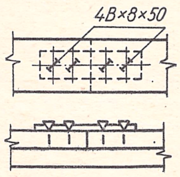
В строительстве шпонками называются различные по материалу и форме вкладыши. Их изготовляют из дерева, стали и чугуна. По своей форме они бывают призматическими, цилиндрическими, зубчатыми. Кроме зубчатых, все шпонки помещаются в заранее подготовленные гнезда. Обязательным элементом шпоночного соединения является стяжной болт.

На рис. 470 показано соединение при помощи прямых поперечных натяжных шпонок, а на рис. 471 изображено соединение на гладкой стальной кольцевой шпонке.

В деревянных конструкциях широко используются соединения на нагелях. Так называют деревянные или стальные вкладыши, которые имеют форму цилиндра.

На рис. 472 представлен нижний узел деревянной фермы, в котором соединения выполнены при помощи болтов, нагелей, гвоздей.

Таблица 83

Вид соединения деревянной конструкции	Обозначение
Стык элементов для схематических чертежей	
Соединения на шайбах	
Соединения на нагелях пластинчатых из твердой древесины	
Соединения на нагелях цилиндрических стальных или из твердой древесины	
Соединения на скобах	
Обработка поверхности	
Стык доски клееный	
Соединения на гвоздях, забитых с ближней стороны (видимых)	
Соединения на гвоздях, забитых с дальней стороны (невидимых)	
Соединения на винтах (шурупах), установленных с ближней стороны (видимых)	
Соединения на винтах шурупах), установленных с дальней стороны (невидимых)	

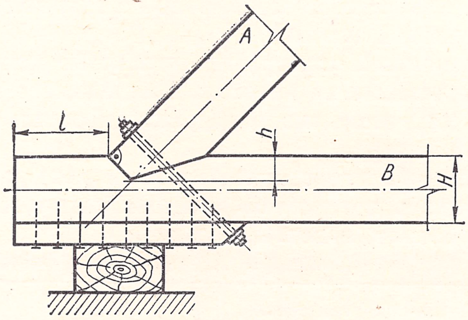


Рис. 469.

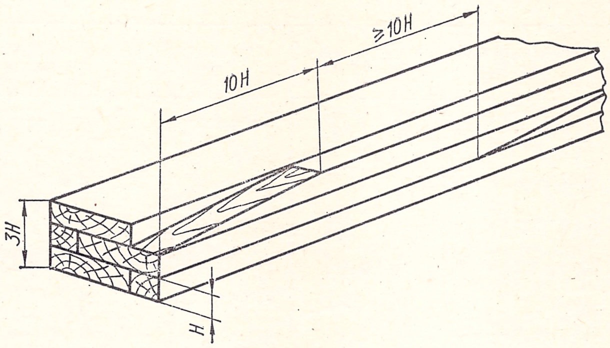


Рис. 473.

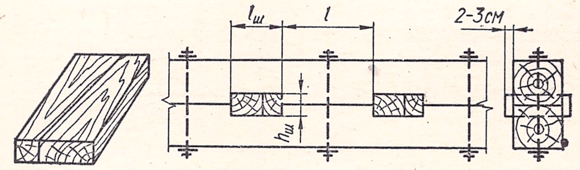


Рис. 470.

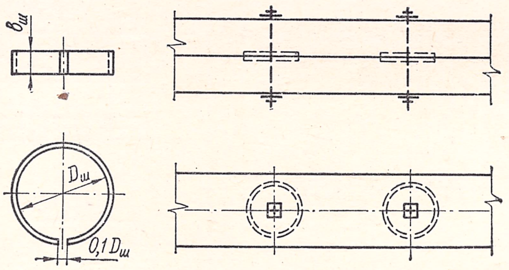


Рис. 471.

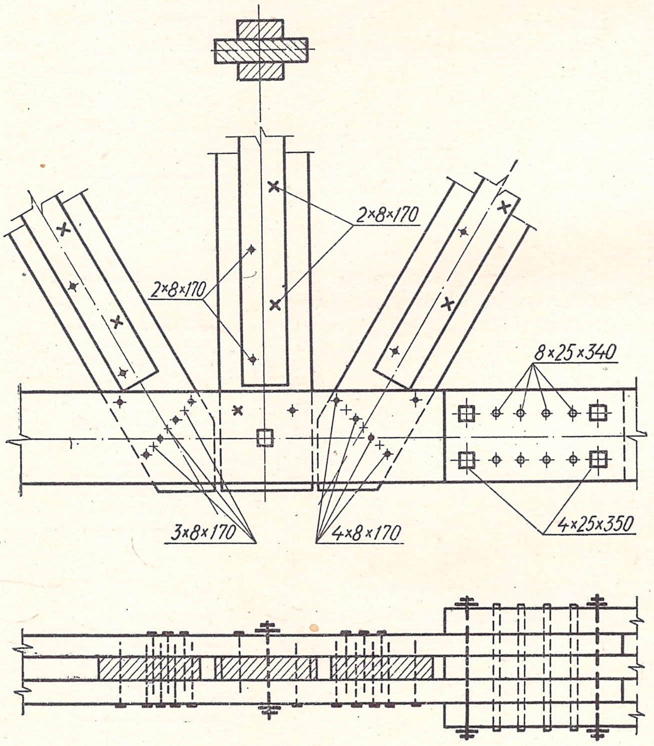


Рис. 472.

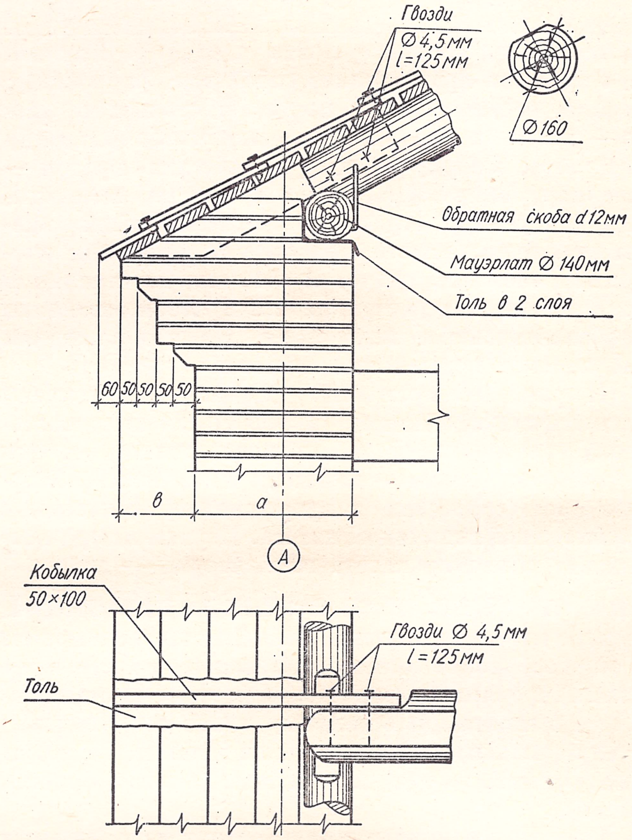


Рис. 474.

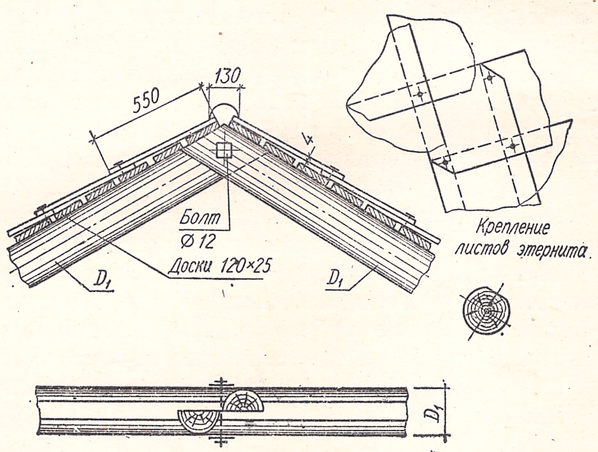


Рис. 475.

В последнее время в деревянных конструкциях все шире используют клееные соединения, которые обеспечивают наибольшую однородность и монолитность работы отдельных элементов конструкций. Соединения брусков и досок на клею производятся по пластям, кромкам, торцам впритык и по скошенным поверхностям «на ус» (рис. 473).

В табл. 83 показаны условные графические обозначения некоторых соединений деревянных конструкций.

Для ознакомления с приемами графического оформления чертежа деревянных конструкций рассмотрим соединения при помощи врубок на примере наслонных стропил, применяемых для строительства скатных крыш при наличии опор внутри здания (при малых пролетах зданий — без внутренних опор). Для этих конструкций часто используют круглый лесоматериал — бревна строительные диаметром 120 *мм* и больше.

Как правило, бревна соединяют при помощи врубок. Чтобы предотвратить взаимное смещение элементов врубки, применяют вспомогательные связи — болты, скобы, хомуты.

При помощи врубок соединяются как наклоненные друг к другу элементы, так вертикальные (наращивание) и горизонтальные элементы (сращивание).

На рис. 474 показан карнизный узел с этернитовой кровлей.

Настенный брус (мауэрлат) связан со стропильной ногой так называемой обратной или разворотной скобой.

На рис. 475 показан коньковый узел сопряжения стропильных ног. Сопряжение выполнено при помощи врубки «в полдерева».

§ 65. ЧЕРТЕЖИ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Конструкции, выполненные из искусственного или естественного камня, соединенного раствором, называются каменными.

Искусственные камни бывают обожженными (кирпич разных типов, керамические камни) и необожженными (кирпич силикатный, шлаковый, сырец, камни из тяжелого и легкого бетона и гипсобетона, грунтосиликаты).

Различают кладку из камней правильной геометрической формы (кирпич, керамические камни, крупные блоки) и из камней неправильной формы (бутовая и бетонная кладки).

Любая каменная кладка должна удовлетворять требованиям монолитности (способности не расслаиваться на отдельные участки). Монолитность обеспечивается сцеплением камней с раствором и перевязкой камней в горизонтальных рядах. Существуют различные системы перевязки. Наиболее простой системой является так называемая цепная кладка, при которой тычковый ряд (кирпичи укладываются поперек стены) и ложковый ряд (кирпичи укладываются вдоль стены) меняются поочередно.

На рис. 476 показан пример изображения фундамента из бутовой кладки и части стены здания. Подошва фундамента расположена ниже уровня

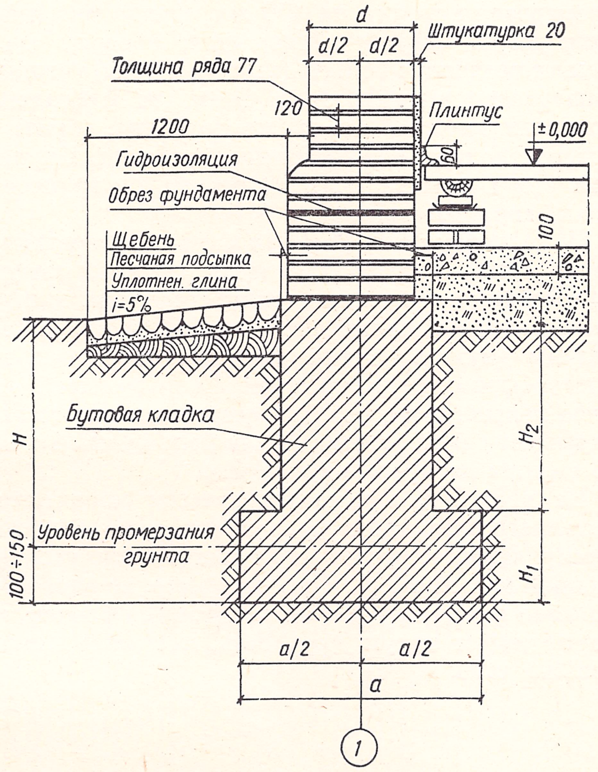


Рис. 476.

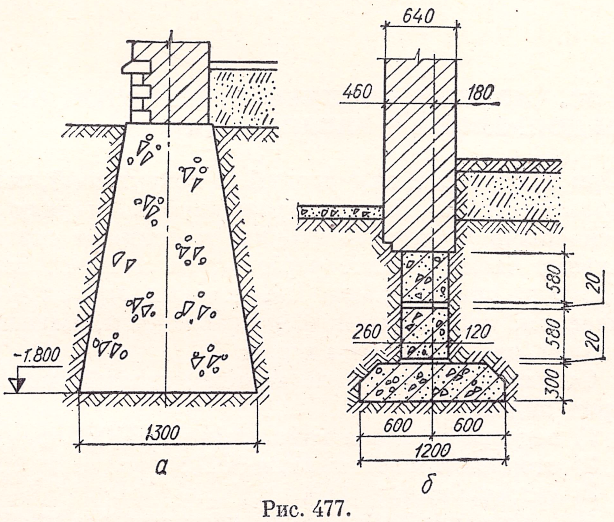


Рис. 477.

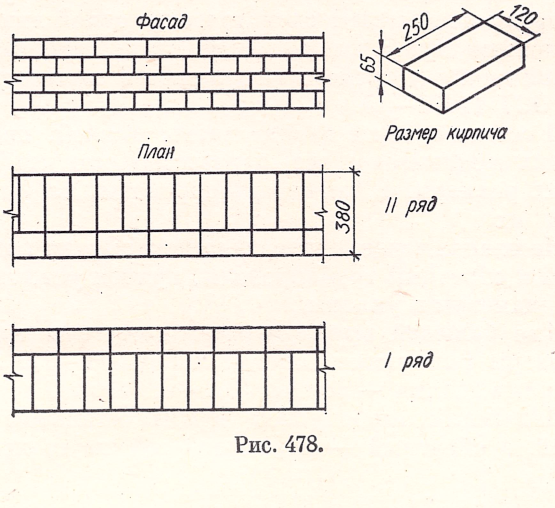


Рис. 478.

промерзания грунта на 150 *мм*, фундамент имеет один уступ. Ширину фундамента поверху часто делают несколько больше (на 50—100 *мм*) толщины вышерасположенных стен. Слева от фундамента показана отмостка из щебня по глине, справа — устройство пола на кирпичных столбиках. Кирпичная стена должна быть защищена от грунтовой влаги гидроизоляцией.

По внешнему контуру фундамент и разрезанная часть стены обводятся толстой линией, которая тоньше линии земли, но толще остальных контурных. Горизонтальные швы кирпичной кладки показаны двумя тонкими линиями. Вертикальные швы обычно не показывают. Если масштаб чертежа мельче, чем 1 : 20, то горизонтальные швы показывают одной линией, а если мельче, чем 1 : 100, то кирпич изображают условно.

На рис. 477, *а* показано сечение монолитного бетонного ленточного фундамента, уширяющегося книзу. Однако фундамент не всегда шире расположенной на нем стены. Так, например, на рис. 477, *б* показан фундамент из железобетонных блоков, которые имеют такую прочность, что выполняются тоньше стен.

На рис. 478 приведен фрагмент кирпичной стены (на фасаде и на плане), выполненной цепной кладкой толщиной в полтора кирпича и показаны размеры кирпича. Стена обычно заканчивается выступающей частью — карнизом, который выполняется из архитектурных соображений и обеспечивает отвод от стены атмосферных осадков.

Вопросы для самопроверки

1. Для каких узлов в строительстве применяются деревянные конструкции?
2. Назовите способы соединений деревянных конструкций.
3. Назовите естественные и искусственные камни, применяемые в строительстве.
4. Какие фундаменты применяются в строительстве: а) по форме; б) по используемым материалам?
5. Чем отличается бетон от железобетона?
6. Назовите виды арматуры в железобетонных конструкциях.
7. Какие металлы используются в металлических конструкциях?
8. Как соединяют элементы металлоконструкций?

Раздел XVI. СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

§ 66. ЧЕРТЕЖИ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ, ВОДОПРОВОДА И КАНАЛИЗАЦИИ

При проектировании зданий и сооружений, как промышленных, так и гражданских, наряду с основными чертежами здания, выполняют специальные схематические чертежи, на которых изображают коммуникации обеспечения здания отоплением, вентиляцией, водоснабжением, канализацией, электричеством и т. п.

Санитарно-технические чертежи зданий бывают трех видов:

1) водоснабжение и канализация (ВК);
2) отопление и вентиляция (ОВ);
3) газоснабжение (ГС).

На санитарно-технических чертежах все трубопроводы показывают схематически одной линией. Условные графические обозначения санитарно-технических устройств выполняют в соответствии с ГОСТ 11628—65.

В состав проекта входят планы этажей, на которых показывают все нагревательные приборы и их размеры, а также трубопроводы, соединяющие их.

На планах чердака и подвала показывают подающий и обратный трубопроводы, причем указывают их диаметры и уклоны.

Для большей выразительности чертежа трубопроводы выполняют толстой линией (1—1,5 *мм*), а линии здания — тонкой (0,2—0,3 *мм*).

Подающий трубопровод чертят сплошной линией, а обратный — штриховой той же толщины.

В состав проекта отопления входит также аксонометрическая схема, обычно в косоугольной диметрии, на которой показывают нагревательные приборы, трубопроводы и т. п. При проектировании многоэтажных зданий для получения более насыщенного чертежа рекомендуется использовать два масштаба: для горизонтальных коммуникаций — 1 : 100, а для вертикальных — 1 : 200.

В табл. 84 показаны условные графические обозначения санитарно-технических устройств отопления и вентиляции.

В планах и на аксонометрических схемах обычно указывают номера стояков, например, главный стояк — Г. ст. или промежуточный стояк — ст. № 3. Уклон трубопроводов условно обозначают буквой i (например, $i = 0{,}04$). Показывают направление движения воды, газа, воздуха. Указывают количество секций в батарее (радиаторе).

В аксонометрических схемах отопления котельную установку не показывают. Для указания направления воды или газа делается надпись *«От котла»*, а на обратной магистрали — *«К котлу»*.

На рис. 479 изображена схема центрального отопления двухэтажного здания.

Нагретая вода из отопительного котла *1* поднимается по главному стояку *2* и поступает в разводящий трубопровод *3* (расположенный в большинстве случаев на чердаке). Из разводящего трубопровода горячая вода расходится по стоякам отопления *4* и поступает в нагревательные приборы *5*. В них вода остывает, отдавая тепло помещению, и возвращается через обратный трубо-

провод *6* в котел *1*. Для выхода воздуха, находившегося в трубах и в воде при нагревании, устраивается расширительный сосуд *7* (обычно это металлический бак, который устанавливается в высшей точке системы).

Горячая вода или другой теплоноситель может поступать в здание и из другого источника, например, из районной котельной.

На рис. 480 приведен проект отопления одноэтажного здания. Проект состоит из планов первого этажа, чердака и подвала.

Проекты водоснабжения, канализации и газоснабжения также состоят из планов этажей и разрезов, на которых показаны коммуникации, различные санитарно-технические приборы и оборудование. В табл. 85 даны условные графические обозначения некоторых санитарно-технических устройств водопровода и канализации.

При проектировании многоэтажных зданий обычно полностью выполняется только план первого этажа с коммуникациями, планы же других этажей выполняются частично, т. е. те места, где есть детали водопровода. Вычерчиваются разрезы по санитарным узлам и другим необходимым местам. Так же как и в проектах отопления, планы этажей выполняются тонкой линией, а коммуникации — толстой. Выполняется также аксонометрическая схема, отдельно водопровода, канализации и газопровода. На планах и разрезах, кроме диаметров трубопроводов, показывается характер их соединений и уклоны. На рис. 481 изображен проект водоснабжения и канализации одной квартиры многоэтажного здания. Проект состоит из планов первого этажа и подвала.

§ 67. ЧЕРТЕЖИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Электрическая схема — это специальный чертеж, в котором при помощи условных графических обозначений разъясняется принцип действия данной

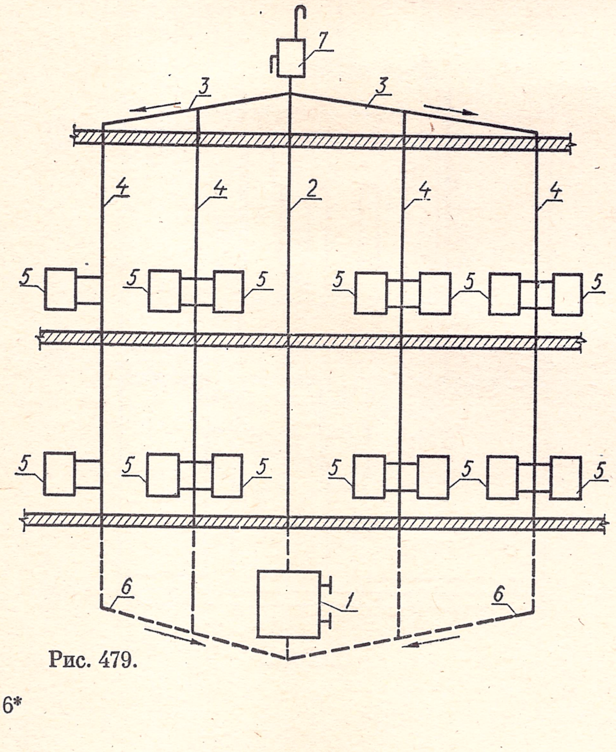


Рис. 479.

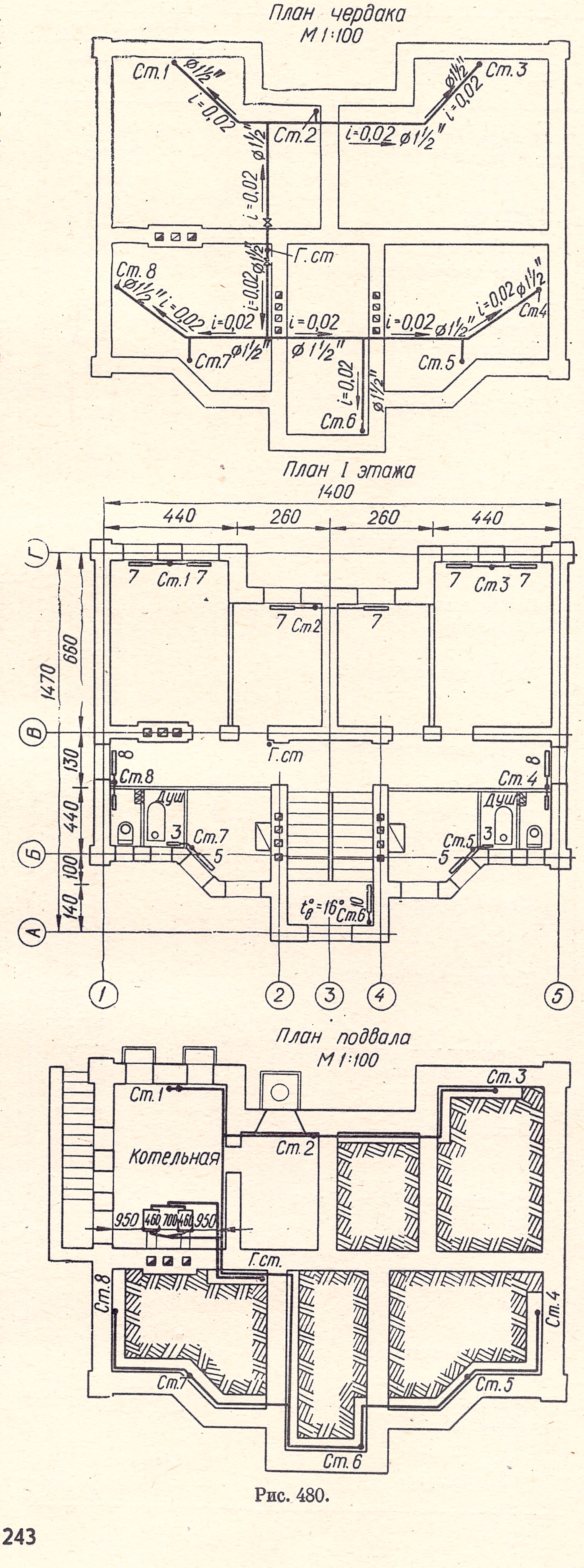
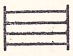
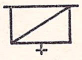
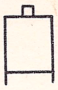
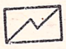
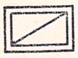
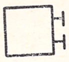
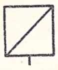
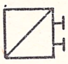
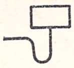
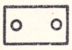
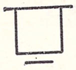
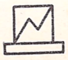
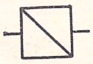
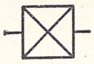
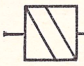


Рис. 480.

Таблица 84

Наименование	Обозначения	
	На плане	На схемах и разрезах
Регистр из гладких труб горизонтальный		
Радиатор		
Насос центробежный		
Колонка водогрейная проточная газовая		
Печь отопительная (общее обозначение)		
Печь отопительная стационарная электрическая		
Печь отопительная переносная на газе		
Котел отопительный (общее обозначение)		
Котел отопительный на газе		
Котел отопительный электрический		
Предохранительное приспособление для котлов низкого давления		
Плита (общее обозначение)		
Титан электрический		
Холодильник электрический (абсорбционный)		
Таган газовый		
Вентилятор (общее обозначение)		
Воздухонагреватель		
Воздухоохладитель		
Фильтр воздушный (общее обозначение)		
Бак открытый		

установки, а также дается наглядное изображение связи отдельных элементов, входящих в ее состав. В отличие от конструктивного чертежа схема устройства или установки не дает сведений о конструкции, внешнем виде и размерах элементов, входящих в устройство или данную установку.

Условные графические обозначения отдельных элементов электрических устройств стандартизованы. Элементы электрического устройства или изделия изображаются на схеме с помощью графических обозначений, установленных ГОСТ 7624—62, «Обозначения условные графические для электрических схем».

Чтобы облегчить запоминание условных обозначений отдельных элементов электрической установки, их изображают наиболее характерными символами. Например, катушка и обмотка изображаются знаком, напоминающим спираль, поскольку и та и другая действительно являются

План I этажа

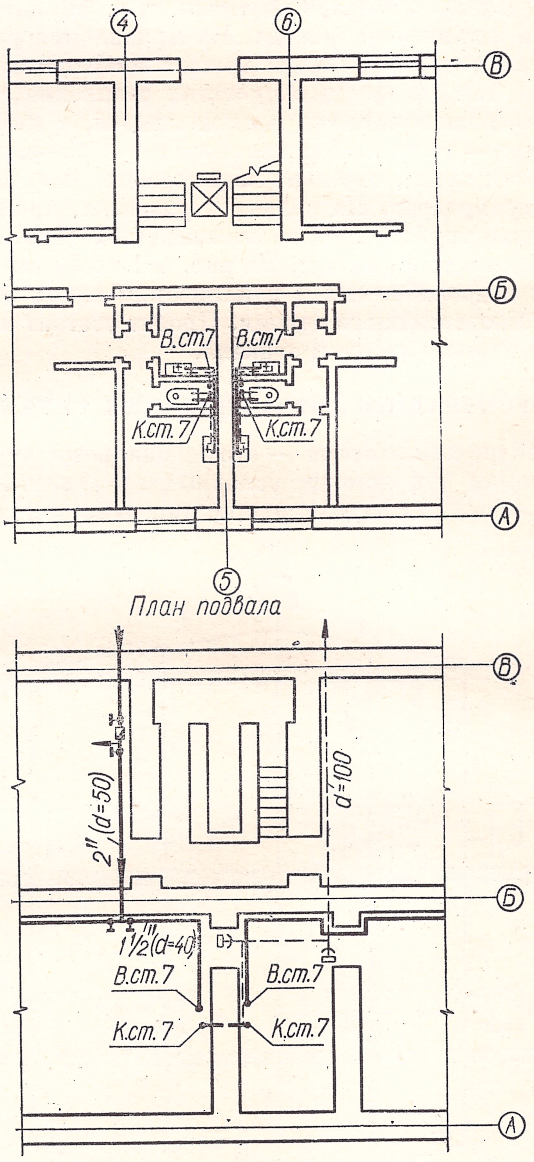


Рис. 481.

проволочными спиралями (табл. 86). Условное изображение конденсаторов представляется в виде двух отрезков прямых линий, так как конденсатор в простейшем виде состоит из двух пластин — обкладок, разделенных диэлектриком и т. д.

При монтаже электрических установок чаще всего приходится встречаться с чертежами силового и осветительного электрооборудования и соответствующих сетей. Чертежи группы охватывают очень большой круг объектов от незначительных осветительных установок в бытовых или вспомогательных помещениях до весьма мощных силовых и осветительных устройств в крупных цехах современного промышленного предприятия.

Особенностью этой группы чертежей является то, что в них одновременно должны быть изображены большие объекты (планы цехов или жилых зданий), размеры которых измеряются десятками и сотнями метров, и, с другой стороны, — оборудование (электродвигатели, пускорегулирующая аппаратура), размеры которого невелики (доли метра и метры), а также элементы электрических сетей, размеры которых измеряются в миллиметрах.

Это заставило принять для графического изображения рассматриваемой группы объектов форму чертежей — схем. При построении чертежа строительную часть (планы и разрезы) вычерчивают в масштабе, а электрооборудование изображают условными символами, установленными ГОСТом.

Строительные чертежи, на которые наносят схему электрооборудования, несколько упрощают. На них не вычерчивают строительные детали, оставляют только основные размеры. Длину сетей обычно определяют по масштабу, непосредственным измерением их трассы по чертежу.

Как правило, элементы осветительных установок, включая и соответствующие сети, с исчерпывающей ясностью изображаются на поэтажных планах помещений. Только в исключительных случаях при необычном строительном решении для изображения осветительной установки используют также и разрезы.

Объектами изображения на таких чертежах являются: светильники, устройства для их включения и выключения (выключатели), устройства для присоединения переносных светильников — штепсельные розетки, распределительная и групповая

Таблица 85

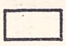
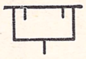
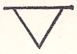
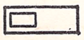
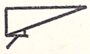
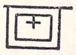
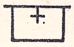
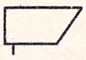
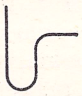
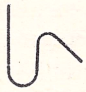
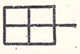
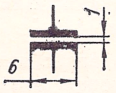
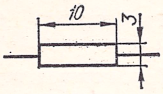
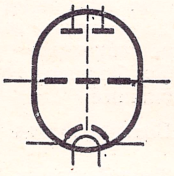
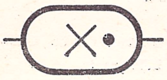
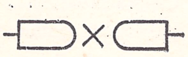
Наименование	Обозначения	
	На плане	Вид сбоку
Унитаз (общее обозначение)		
Бачок смывной		
Писсуар настенный (общее обозначение или без сифона)		
Писсуар лотковый		
Раковина полукруглая (общее обозначение)		
Мойка кухонная на одно отделение		
Умывальник (общее обозначение)		
Умывальник групповой круглый		
Ванна (общее обозначение или обыкновенная)		
Фонтанчик питьевой		
Сифон прямой		
Сифон косой		
Трап напольный		
Воронка внутреннего водостока		

Таблица 86

Наименование	Обозначение
Обмотка трансформатора	
Конденсатор регулируемый	
Сопротивление (резистор) нерегулируемый	
Триод двойной с раздельными катодами, внутренним разделительным экраном и отводами от него	
Лампа накаливания осветительная и сигнальная	
Лампа газоразрядная осветительная и сигнальная с двумя выводами	
Лампа дуговая с соосными электродами	

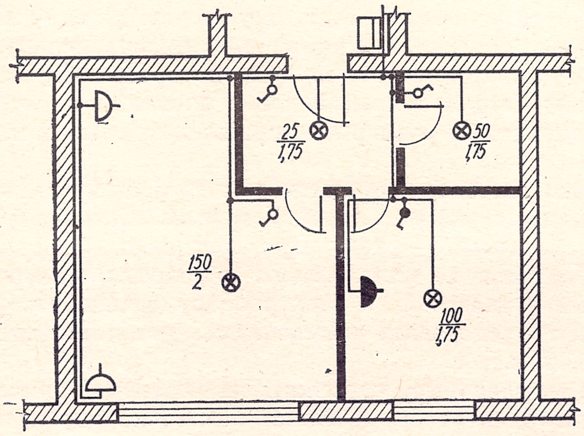


Рис. 482.

электрическая сеть и соответствующие распределительные групповые щитки.

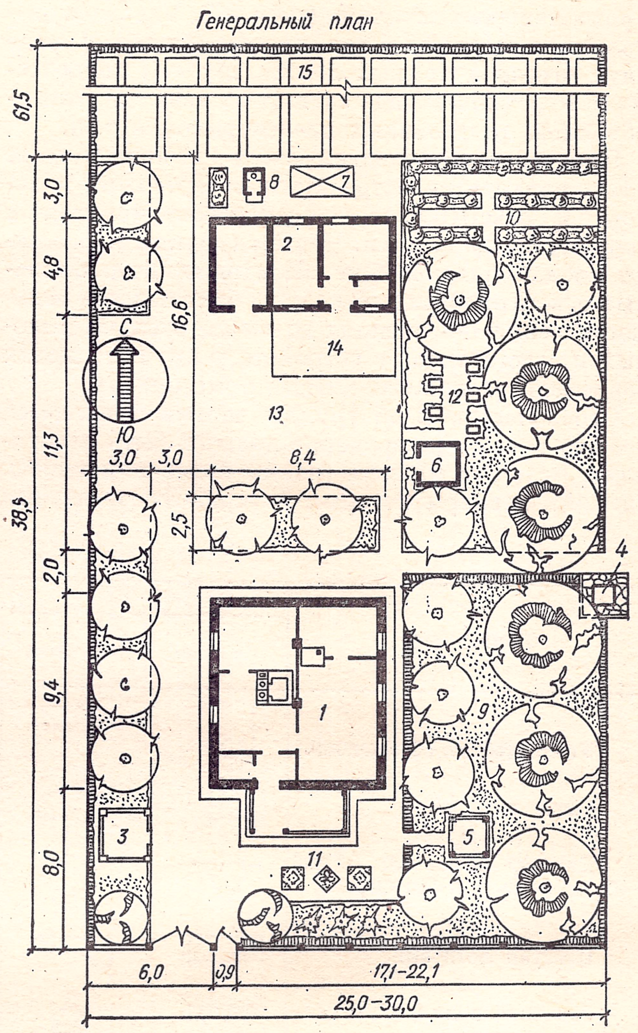
На рис. 482 дана схема электрического освещения квартиры: счетчик, электрические лампочки, выключатели и штепсельные розетки. На плане указана мощность и высота подвеса каждой лампочки (дробь у условного обозначения).

§ 68. ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ

При проектировании или реконструкции здания или целого комплекса выполняется так называемый генеральный план. На нем показывают как

Таблица 87

Наименование	Обозначение
Водопровод хозяйственный	———————
Водопровод производственный	—·—·—·—
Канализация фекальная	— — — — —
Канализация производственная	—ı—ı—ı—ı—
Водосток подземный	—x—x—x—x—
Дренаж подземный	=========
Трубопровод специальный (газ, горючее и т. д.)	—N—N—N—N—
Трубопровод водяного отопления подающий	—●—●—●—●—
Трубопровод водяного отопления обратный	x—x—x—x—x
Трубопровод горячего водоснабжения	—xx—xx—xx—
Воздухопровод	—··—··—··—
Теплофикация	=⊥=⊤=⊥=
Электросеть высокого напряжения	—○—○—
Электросеть низкого напряжения	—ΛΛ—ΛΛ—
Электросеть осветительная	—Λ—Λ—Λ—
Телефон	—N—N—N—
Сигнализация	—M—M—M
Колодец существующий	——◎——
Колодец проектируемый	——○——



1. Жилой дом
2. Сарай
3. Летняя кухня
4. Колодец
5. Беседка
6. Погреб
7. Навозохранилище
8. Уборная
9. Сад плодовый
10. Ягодник
11. Цветник
12. Пасека
13. Хоздвор
14. Выгул
15. Огород

Рис. 483.

проектируемые, так и существующие здания, дороги, зеленые насаждения. При необходимости на генеральных планах показывают сеть электропроводки, водопровод, канализацию, дренажную систему и т. п. Условные изображения коммуникаций и сетей показаны в табл. 87.

Для ориентации участка в отношении сторон света на генеральном плане задается направление север — юг. Обычно генеральный план размещают на чертеже так, чтобы линия север — юг была направлена сверху вниз.

Генеральные планы вычерчиваются в масштабах: 1 : 200; 1 : 500; 1 : 1000; 1 : 2000; 1 : 5000. При крупных масштабах (1 : 200; 1 : 500) надписи наносят внутри контуров зданий, построек и участков, а при мелких — рядом. При масштабах 1 : 1000, 1 : 2000; 1 : 5000 надписи заменяют циф-

рами и на чертеже помещают экспликацию: перечень построек и насаждений, обозначенных цифрами (рис. 483).

При строительстве заводов, поселков и т. п. на генеральных планах вычерчивают так называемую «розу ветров», которая показывает направление преобладающих ветров, а также количество ветренных дней в году. Направление ветров показывают лучами, выходящими из центра «розы». На изображенной на рис. 484 «розе» видно, что в районе строительства преобладают западные ветры: из них 11% — западных, 23% — северо-западных и 20% — югозападных. Сумма всех отрезков «розы» должна равняться 100%.

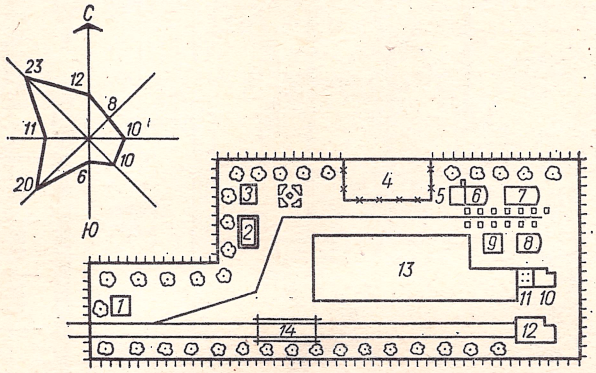


Рис. 484.

Примеры линеарного оформления озеленения на генеральном плане даны на рис. 485.

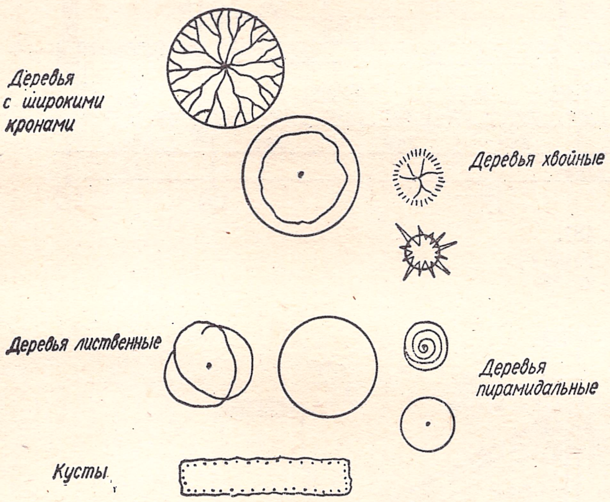


Рис. 485.

Очертания проектируемых зданий и сооружений на генеральном плане обводят толстой линией, существующих — линиями меньшей толщины. Все остальные контуры на генеральном плане должны быть обведены тонкими линиями.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите виды специальных чертежей.
2. Из чего состоит проект отопления здания?
3. Из чего состоит проект водоснабжения и канализации здания?
4. Поясните принцип и схему отопления жилого дома.
5. Какие характерные особенности электрических схем на строительных чертежах?
6. Что называется генеральным планом?
7. Что такое экспликация?

Задания к части VII «Строительное черчение»

Предлагаем несколько рисунков для самостоятельного чтения.

На рис. 486—488 для чтения изображен проект общественного здания — детсада-яслей на 25 детей. Проект состоит из плана, поперечного разреза, главного фасада.

На рис. 489—491 приведен для чтения чертеж производственного здания. Он состоит из плана, поперечного разреза и четырех фасадов.

На рис. 492—494 приведен для чтения проект пятиэтажного жилого дома. Проект состоит из плана двух секций (торцевой и рядовой), фасада этих секций и поперечного разреза.

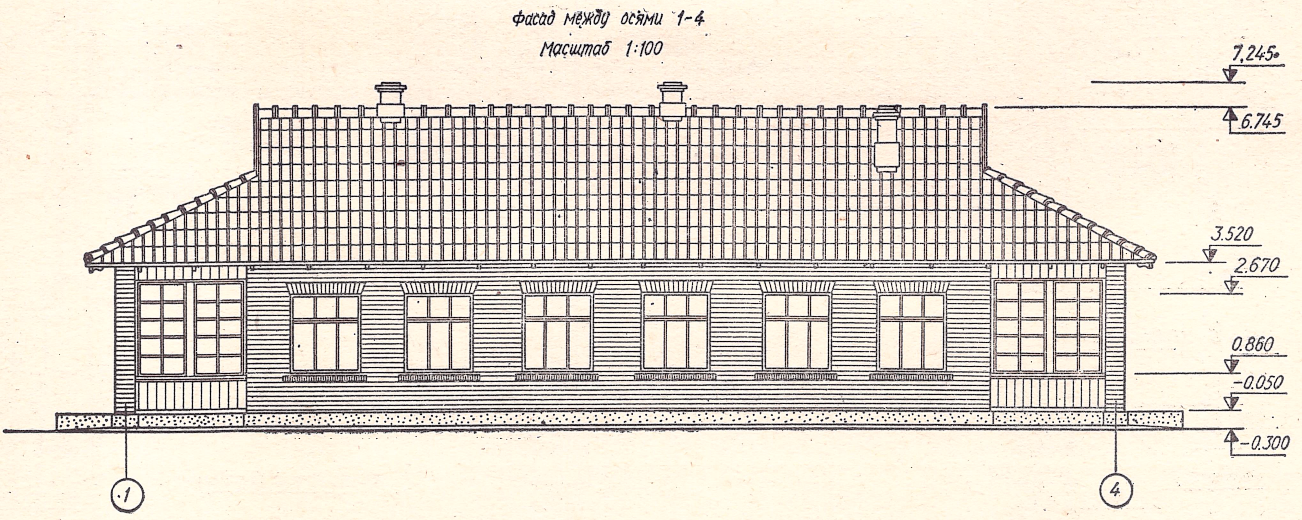


Рис. 486.

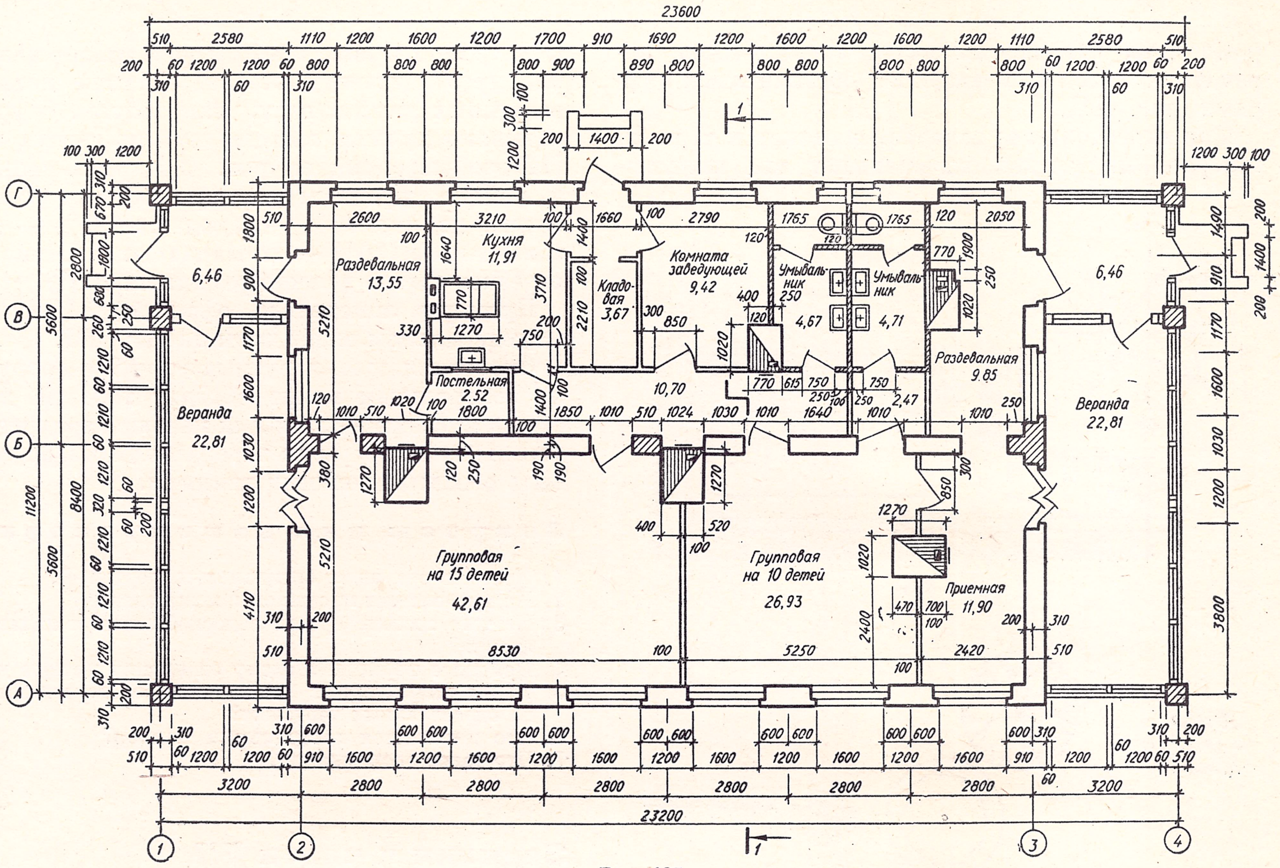


Рис. 487.

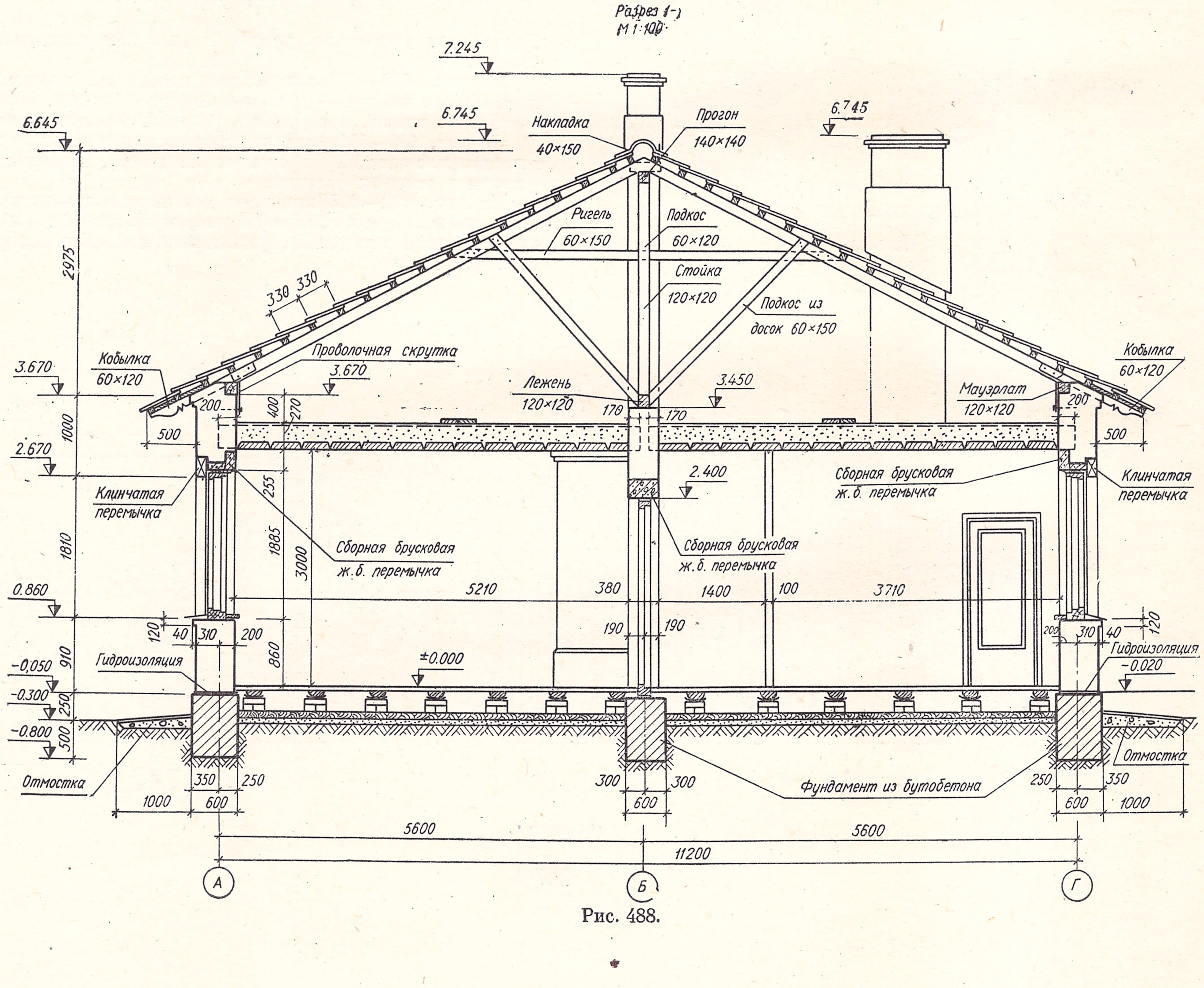


Рис. 488.

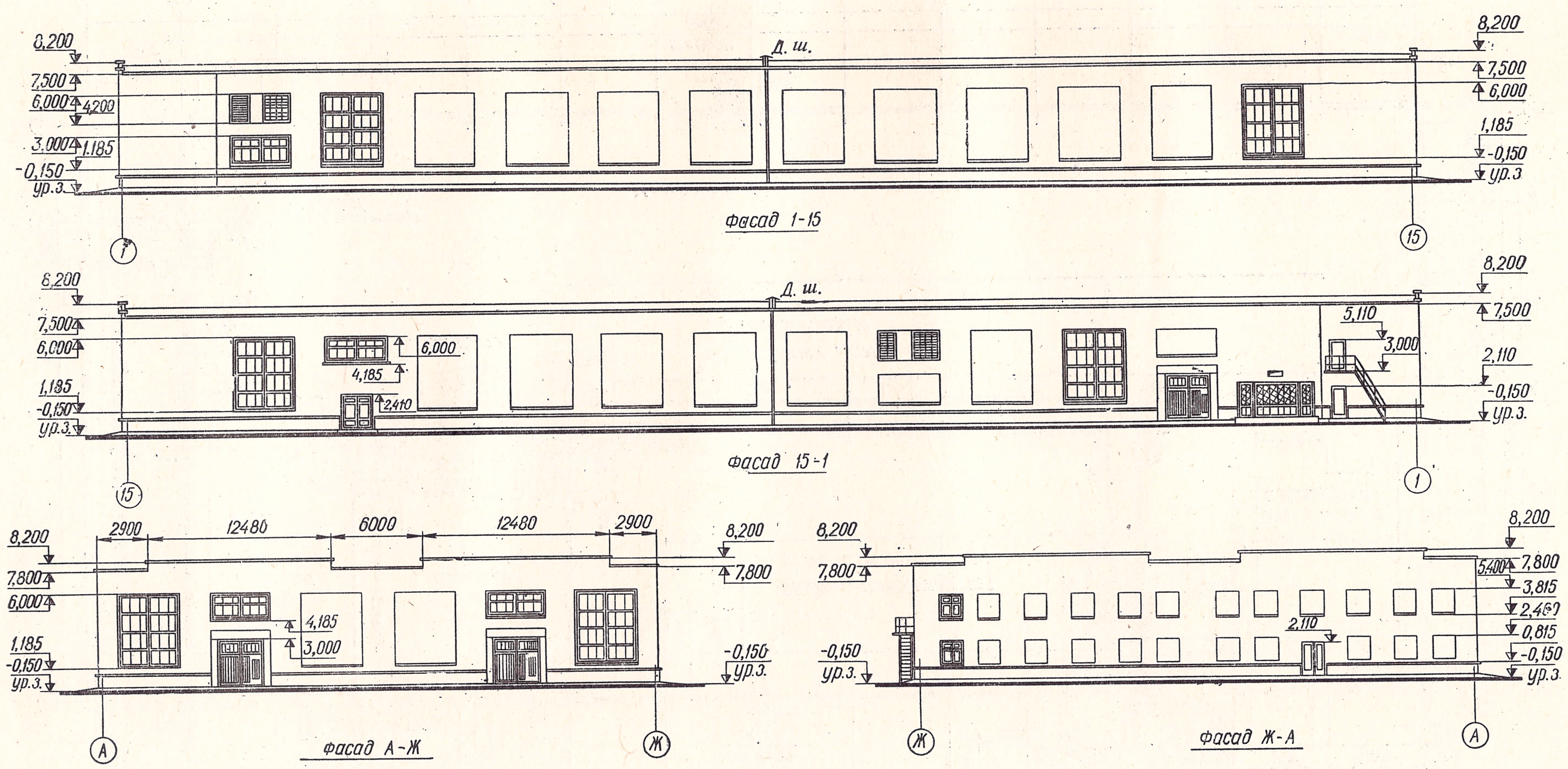
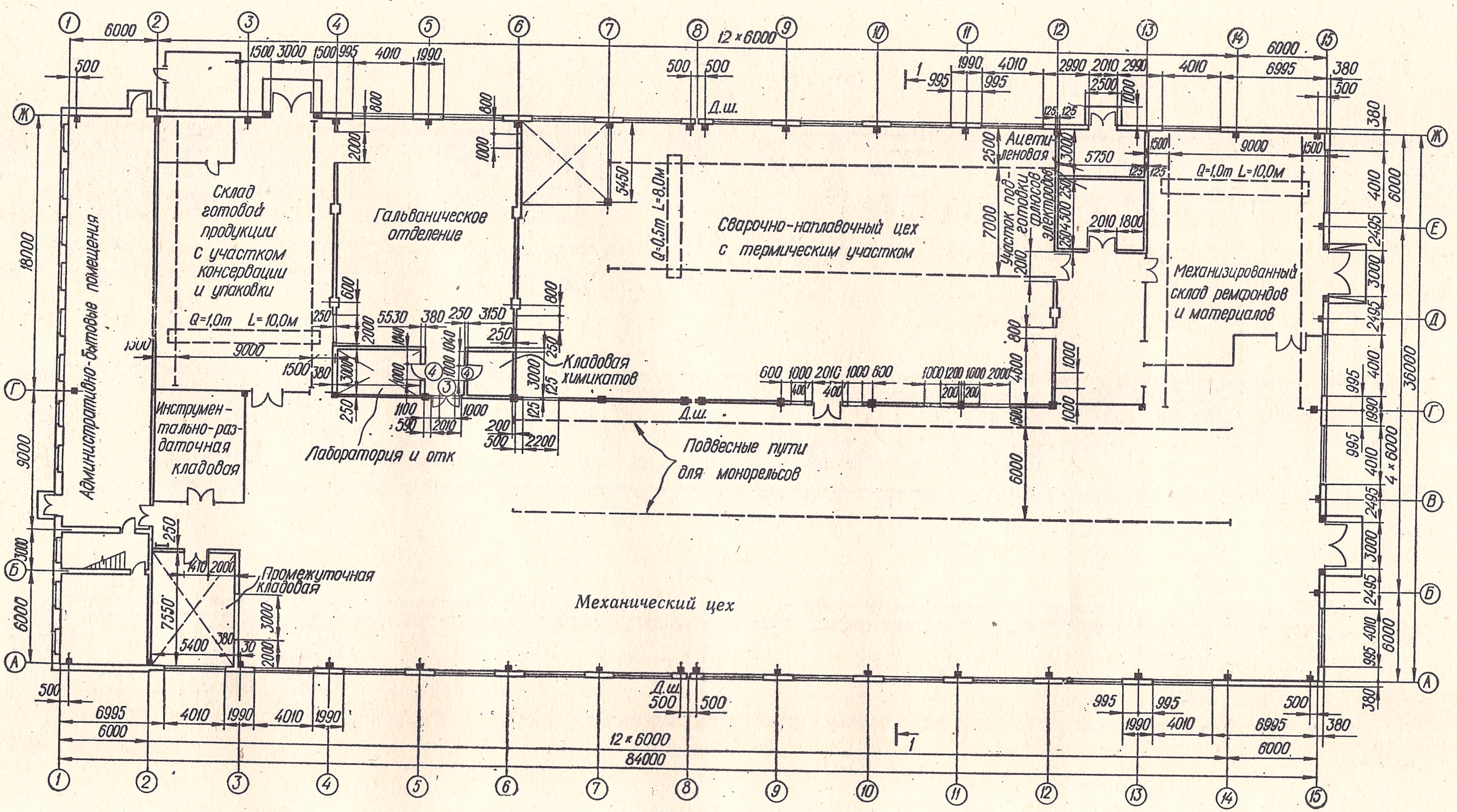

Фасад 1-15
Фасад 15-1
Фасад А-Ж
Фасад Ж-А
Д. ш.
8,200
7,500
6,000
4,200
3,000
1,185
-0,150
ур. з.
7,800
5,110
2,110
2,410
4,185
2900
12480
6000
5,400
3,815
0,815

Рис. 489.



План на отм. ±0.000

Рис. 490.

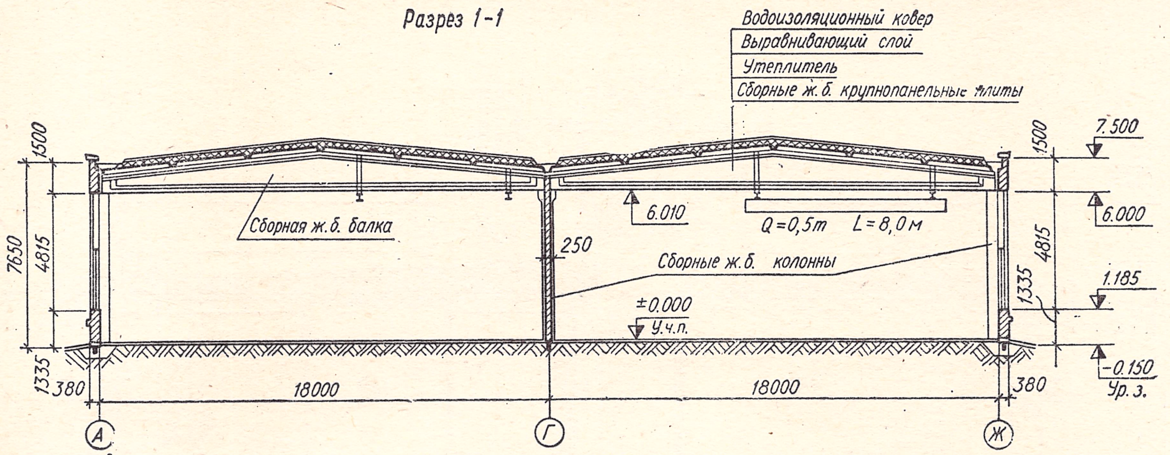


Рис. 491.

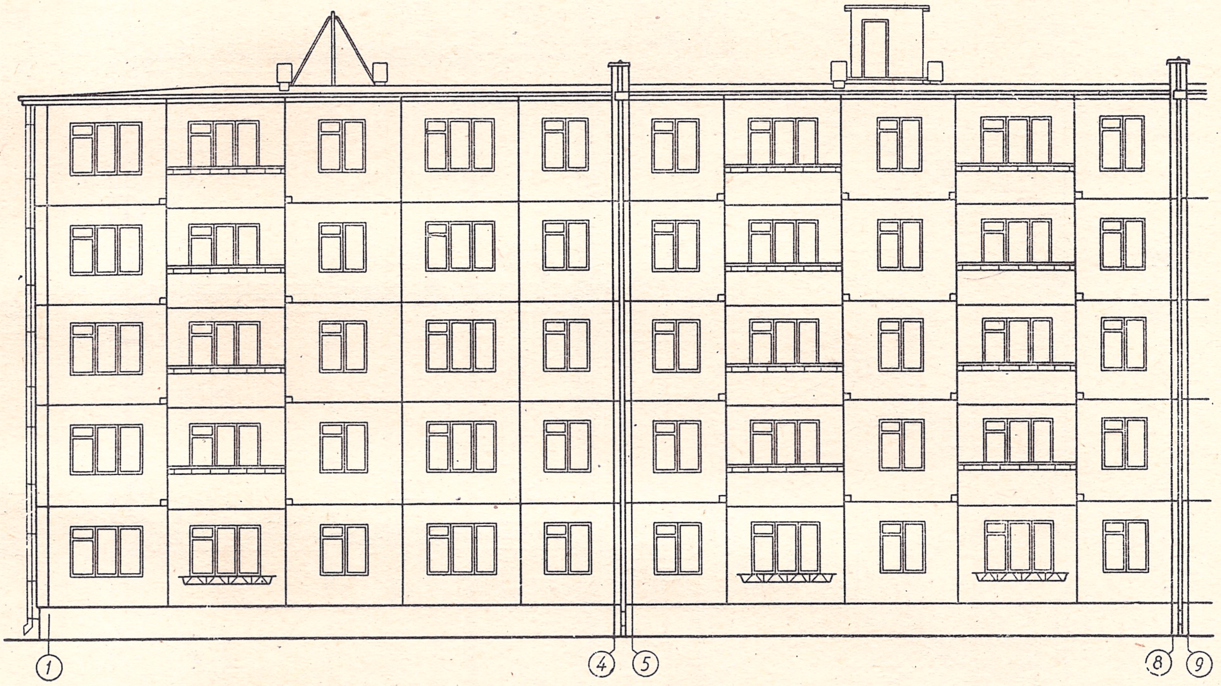


Рис. 492.

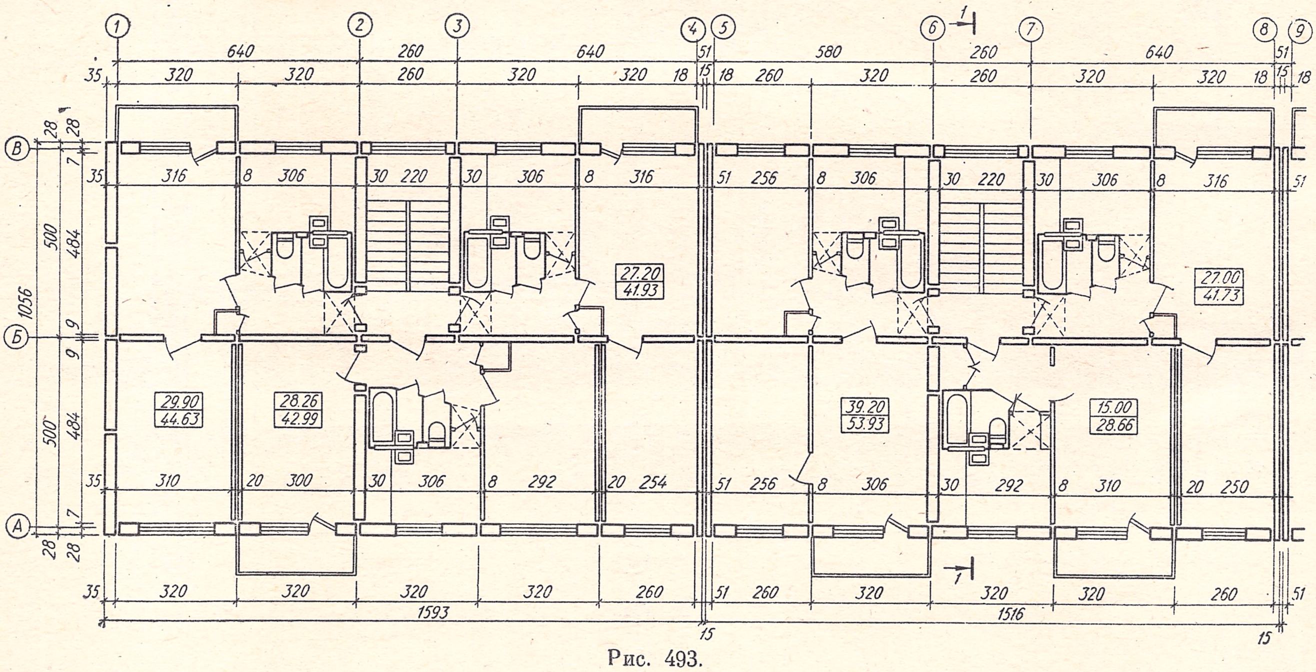


Рис. 493.

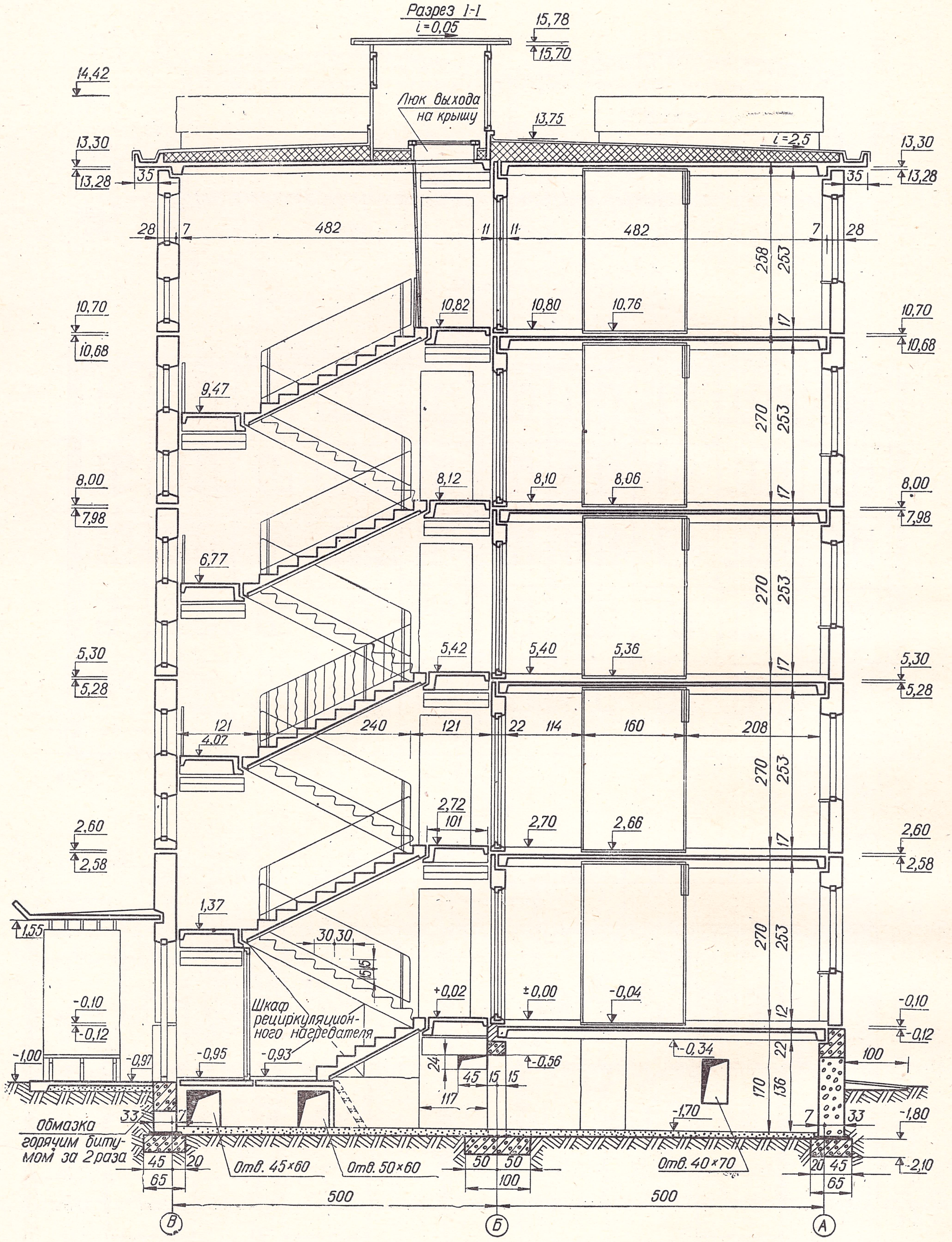

Разрез 1-1
i=0,05
15,78
15,70
14,42
Люк выхода на крышу
13,75
i=2,5
13,30
13,28
35
28
7
482
11
258
253
10,70
10,68
10,82
10,80
10,76
17
270
9,47
8,00
7,98
8,12
8,10
8,06
6,77
5,30
5,28
5,42
5,40
5,36
121
4,07
240
22
114
160
208
2,60
2,58
2,72
101
2,70
2,66
1,55
1,37
30 30
15 15
-0,10
-0,12
+0,02
±0,00
-0,04
12
Шкаф рециркуляционного нагревателя
-1,00
-0,97
-0,95
-0,93
24
45
15
-0,56
117
-0,34
22
100
170
136
-1,70
-1,80
33
Обмазка горячим битумом за 2 раза
20
65
Отв. 45×60
Отв. 50×60
50
Отв. 40×70
-2,10
500
В
Б
А

Рис. 494.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть I Геометрическое черчение

Раздел I. **Основные правила оформления чертежей**

§ 1. Форматы чертежей . . . 5
§ 2. Масштабы . . . 6
§ 3. Шрифты чертежные . . . 6
§ 4. Линии чертежа . . . 11
§ 5. Графические изображения материалов . . . 13
§ 6. Нанесение размеров . . . 14

Раздел II. **Некоторые геометрические построения**

§ 7. Построение уклона и конусности . . . 18
§ 8. Деление отрезков, углов и окружностей. Проведение перпендикуляра . . . 19
§ 9. Сопряжения . . . 22
§ 10. Построение коробовых кривых . . . 27
§ 11. Применение лекальных кривых . . . 28
§ 12. Кривые второго порядка . . . 29
§ 13. Циклоидальные кривые . . . 33
§ 14. Некоторые другие лекальные кривые . . . 36
Методические указания к части I «Геометрическое черчение» . . . 38

Часть II. Проекционное черчение

Раздел III. **Изображения. Проецирование геометрических тел и деталей**

§ 15. Виды и их расположение на чертежах (ГОСТ 2.305—68) . . . 47
§ 16. Разрезы . . . 49
§ 17. Сечения, выносные элементы, надписи и обозначения . . . 52
§ 18. Построение проекций геометрических тел . . . 54
§ 19. Построение проекций прямой призмы . . . 61
§ 20. Построение проекций детали (подставка) . . . 62
§ 21. Построение проекций параллелепипеда . . . 63
§ 22. Построение проекций полого конуса . . . 64
§ 23. Проецирование технической детали (неразъемный подшипник) . . . 65
§ 24. Проецирование технической детали (направляющая втулка) . . . 67
§ 25. Проецирование технической детали (кронштейн) . . . 70
§ 26. Проецирование технической детали (крышка подшипника) . . . 73
§ 27. Проецирование технической детали (головка шатуна) . . . 74

Раздел IV. **Наглядные изображения**

§ 28. Основные сведения об аксонометрических проекциях . . . 76
§ 29. Построение наглядных изображений деталей. 78
Методические указания и задания к части II «Проекционное черчение» . . . 84

Часть III. Разъемные и неразъемные соединения деталей

Раздел V. **Резьба и разъемные соединения деталей**

§ 30. Виды резьбы и изображение ее на чертежах . 100
§ 31. Крепежные детали . . . 104
§ 32. Болтовое соединение . . . 113
§ 33. Соединения шпилькой . . . 115
§ 34. Соединение винтом . . . 118
§ 35. Шпоночные соединения . . . 119
§ 36. Шлицевые соединения . . . 120
§ 37. Трубные соединения . . . 122

Раздел VI. **Неразъемные соединения**

§ 38. Заклепочные соединения . . . 123
§ 39. Сварные соединения . . . 125
Методические указания и задания к части III «Разъемные и неразъемные соединения деталей» . . . 133

Часть IV. Рабочие чертежи и эскизы деталей

Раздел VII. **Требования к рабочим чертежам и эскизам деталей машин**

§ 40. Основные определения . . . 153
§ 41. Требования к рабочим чертежам деталей . . . 153
§ 42. Количество видов . . . 154
§ 43. Главный вид . . . 154

Раздел VIII. **Правила оформления рабочих чертежей**

§ 44. Простановка размеров . . . 155
§ 45. Обозначение шероховатости поверхностей, покрытий и термической обработки . . . 157
§ 46. Особенности выполнения рабочих чертежей некоторых деталей машин . . . 160
Методические указания и задания к части IV «Рабочие рисунки и эскизы деталей» . . . 163

Часть V. Сборочные чертежи

Раздел IX. **Общие сведения об изделиях и чертежах**

§ 47. Изделия и их составные части . . . 171
§ 48. Виды чертежей и их назначение . . . 172
§ 49. Обозначение чертежей изделий основного производства . . . 173
§ 50. Требования, предъявляемые к сборочным чертежам . . . 173

Раздел X. **Составление сборочных чертежей**

§ 51. Последовательность выполнения сборочного чертежа . . . 177

§ 52. Условности и упрощения на сборочных чертежах 177
Методические указания и задания к части V «Сборочные чертежи» 178

Часть VI. Чтение и деталирование сборочных чертежей

Раздел XI. **Последовательность и основные приемы чтения чертежей**

§ 53. Порядок чтения сборочных чертежей 185
§ 54. Основные приемы чтения сборочных чертежей 186

Раздел XII. **Деталирование и копирование сборочных чертежей**

§ 55. Роль и назначение деталировочных чертежей 200
§ 56. Выполнение копии чертежа на кальке 200
Методические указания и задания к части VI «Чтение и деталирование сборочных чертежей» 200

Часть VII. Строительное черчение

Раздел XIII. **Общие сведения о строительном черчении**

§ 57. Основные понятия 222
§ 58. Особенности строительного черчения 223

Раздел XIV. **Чертежи зданий**

§ 59. Планы, фасады, разрезы 226
§ 60. Чертежи промышленных зданий 229
§ 61. Чертежи гражданских зданий 233

Раздел XV. **Чертежи строительных конструкций**

§ 62. Чертежи бетонных и железобетонных конструкций 236
§ 63. Чертежи металлических конструкций 238
§ 64. Чертежи деревянных конструкций 239
§ 65. Чертежи каменных конструкций 241

Раздел XVI. **Специальные строительные чертежи**

§ 66. Чертежи отопления, вентиляции, водопровода и канализации 242
§ 67. Чертежи электрических сетей 243
§ 68. Генеральные планы 246
Задания к части VII «Строительное черчение» . . 247

Годик Ефрем Ильич
Лысянский Виктор Маркович
Михайленко Всеволод Евдокимович
Пономарев Анатолий Михайлович

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Издательство «Вища школа»

Редактор Е. В. Бондарчук
Литературный редактор А. П. Ковальчук
Обложка художника Л. Б. Сергий
Художественный редактор А. С. Зубарев
Технические редакторы Л. И. Швец, Л. А. Стражник
Корректор М. С. Блажкевич

Сдано в набор 4. III. 1972 г. Подписано к печати 22. VI. 1972 г. Формат бумаги 60×90¹/₈. Бумага тип. № 3. Физ.-печ. л. 32. Усл. л. 32. Уч.-изд. л. 30,11. Тираж 60000 (2-й завод 30001—60000). Изд. № 527. БФ 06908. Цена 1 руб. 11 коп. Зак. № 2-1421.
СТПУЛ 1972, поз. 174

Издательство «Вища школа» Киев-54, Гоголевская, 7

Отпечатано с матриц Киевского полиграфического комбината Государственного комитета Совета Министров Украинской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, ул. Довженко, 3 на Типоофсетной фабрике «Коммунист» Государственного комитета Совета Министров Украинской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, Харьков, ул. Энгельса, 11.

1 руб. 11 коп.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ